RACCOLTA D'AUTORI
CHE TRATTANO
DEL MOTO DELL' ACQUE
DIVISA IN TRE TOMI.
Tomo Secondo.

IN FIRENZE. MDCCXXIII.

Nella Stamperia di S. A. R. Per gli Tartini, e Franchi.

Con Licenza de' Superiori.

Autori contenuti in questo Secondo Tomo.

DOT. DOMENICO GUGLIELMINI.

P. ABBATE D. GUIDO GRANDI.

MISURA
DELL' ACQUE CORRENTI
RICERCATA CON NUOVO METODO
DAL DOTTOR
DOMENICO GUGLIELMINI

MISURA DELL' ACQUE CORRENTI

RICERCATA CON NUOVO METODO

DAL DOTTOR DOMENICO GUGLIELMINI

Libro Primo.

In cui si propone la general dottrina della velocità.

DEFINIZIONI

I.

A*Cqua corrente* intendiamo quella, che pel momento della sua propria gravità discende per gli alvei de' fiumi, ovvero dei canali, verso il centro de'gravi.

II. *La sezione naturale* d' un fiume è la comune sezione dell' acqua corrente col piano, che ad angoli retti sega il fondo, e l' una, e l' altra ripa del fiume; la quale essendo per lo più varia, nè da potersi ridurre a regola, perciò

III. *La sezione artificiale* d'un fiume s'intenda come fatta in un fiume, il fondo del quale sia parallelo all' orizzonte, e le ripe fra di loro parallele, e perpendicolari al fondo; La qual sezione sarà sempre un parallelogrammo rettangolo.

IV. *L' altezza viva* dell'acqua corrente, ovvero della sezione, è la linea perpendicolare tirata dalla superficie dell'acqua, alla base della sezione, la quale ba-

alle sue parti corrispondenti del rettangolo E H: e però se tutte le velocità della sezione A D, fossero fra di loro eguali, l'acqua naturalmente si ridurrebbe alla figura del prisma C F: ma il prisma C F è eguale all' acqua, che passa con diverse velocità per la sezione A D: adunque per la medesima sezione scorrerebbe una eguale quantità d'acqua con la velocità A E, ovvero C G, a quella che scorre con diverse velocità nel medesimo tempo, e però A E, altezza del prisma sarà la velocità media, Il che ec.

Il medesimo si dimostrerà dell'acqua che passa per la perpendicolare A G, se si intenda il prisma aver per base il rettangolo A G.

PROPOSIZIONE III.

Nelle sezioni del medesimo fiume, le velocità medie, sono in proporzione reciproca delle sezioni.

Fig. 2. e 3. Siano le sezioni A D. I M: Dico, come la velocità media della sezione I M alla velocità media della sezione A D: così essere la sezione A D: alla sezione I M.

S'intendano le quantità dell'acqua scorsa in tempo eguale per l'una, e per l'altra sezione, figurate in prismi retti, la propria sezione de' quali gli serva per base; e sia della prima il prisma A H, e della seconda il prisma I N. E perchè eguale quantità d'acqua scorre nel medesimo tempo per A D, che per I M, saranno i prismi A H. I N eguali, ma le basi de' prismi eguali sono in reciproca proporzione dell' altezze, adunque A D, ad I M sarà come I P ad A E: ma I P, è la velocità media della sezione I M, ed A E, è la velocità della media sezione A D: adunque come è la velocità media della sezione I M. alla velocità media della sezione A D: così sarà la sezione A D, alla sezione I M: Il che ec.

Prop. 1. di questo

Prop. 29 dell' 11. d' Eucl.

Prop. 2. di questo

Corollario.

Da questa proposizione è chiaro ancora il converso della medesima, cioè che se le sezioni, e le velocità medie delle medesime sezioni stanno fra loro in reciproca proporzione; le quantità dell'acque saranno fra loro eguali: imperocchè i prismi, che hanno le basi, che reciprocamente si rispondono coll' altezze, sono eguali fra loro.

Prop. 30 dell' 11. d' Eucl.

PROPOSIZIONE IV.

Le quantità dell'acque, che scorrono in tempo eguale per sezioni ineguali, ma egualmente veloci, stanno fra loro come le sezioni.

Fig. 2. e 3. Siano le sezioni ineguali A D maggiore, I M minore, ma siano eguali le loro medie velocità, Dico che, come la sezione A D alla sezione I M, così essere la quantità dell' acqua che scorre per A D alla quantità dell' acqua che scorre per I M in tempi eguali.

S'intendano le quantità dell'acque conformate in prismi sopra le sue sezioni, e sia della prima il prisma C F, e della seconda il prisma M P: adunque A E sarà la media velocità della sezione A D, e I P velocità media della sezione I M: E perchè le sezioni si suppongono egualmente veloci saranno A E. I P, fra loro eguali, e però i prismi C F. A P egualmente alti. Ma i prismi egualmente alti, sono fra loro come le basi; adunque

Prop. 2. di questo

Diffin. 9. di questo

Prop. 32 dell' 11. d' Eucl.

come

come A D, ad I M così il prisma C F al prisma M P, e però come la sezione A D alla sezione I M: così la quantità dell'acqua, che passa per A D alla quantità dell'acqua, che passa in tempo eguale per I M, Il che ec.

Corollario I.

Adunque se le sezioni siano artificiali, e della medesima altezza, ma d'ineguale larghezza, le quantità dell'acqua saranno fra loro come le larghezze delle sezioni.

Prop. 1. dei 6. Eucl.

Corollario II.

E se le dette sezioni fossero della medesima larghezza, ma d'ineguale altezza, sarebbero le quantità dell'acqua, come l'altezze, supposta però, la medesima velocità media nell'una, e nell'altra sezione,

PROPOSIZIONE V.

Le quantità dell'acqua, che passano in tempi eguali per eguali sezioni, ma di velocità disuguali, sono fra loro come le velocità medie delle sezioni.

Siano le sezioni eguali A D, I M, e sia la sezione A D meno veloce della sezione I M: Dico che la quantità dell'acqua che passa per A D, alla quantità dell'acqua, che passa in eguale tempo per I M, è come la velocità media della sezione A D, alla velocità media della sezione I M.

Fig. 2. e 3.

Si riducano, come sopra, le acque ne prismi C F. K O; e perchè sono eguali le sezioni A D. I M, saranno i prismi C F. K O, sopra basi eguali, ma i prismi costituiti sopra basi eguali, sono fra loro come l'altezze; adunque come il prisma C F, al prisma K O: così l'altezza A E all'altezza I P; ma il prisma C F è l'acqua che passa per la sezione A D, e il prisma K O è l'acqua che corre per la sezione I M, e l'altezza A E, è la velocità media della sezione A D, e l'altezza I P la velocità media della sezione I M: adunque, come la quantità dell'acqua per A D alla quantità dell'acqua per I M, così la velocità media della sezione A D, alla velocità media della sezione I M, Il che ec.

Comand. de Centro Gravit. Propos. 10.

Prop. 2. di questo

Corollario I.

Dal metodo, col quale abbiamo provato le superiori proposizioni, chiaramente apparisce, che se le quantità dell'acqua siano eguali, e le sezioni per le quali sono scaricate, egualmente veloci, saranno ancora le medesime sezioni eguali.

Corollario II.

E se le quantità dell'acqua siano eguali, ed eguali le sezioni, saranno ancora egualmente veloci.

PROPOSIZIONE IX.

Nel medesimo fiume l'altezza viva dell'acqua d'una sezione, all' altezza viva dell'acqua d'un altra, è in proporzione composta della proporzione della larghezza della seconda sezione, alla larghezza della prima, e della velocità media della seconda, alla velocità media della prima.

Fig 2. e 3.

Siano le sezioni del medesimo fiume A D. I M: le altezze vive delle quali siano A C, I K, e le larghezze C D. K M; Dico che A C ad I K ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media della sezione I M, alla velocità media della sezione A D, e della larghezza K M, alla larghezza C D.

prop. 1. di questo

Prop. 2. di questo

Prop. 29 dell' 11. d' Eucl.

Com. alla prop. 24. del 6. d' Euclid.

Si suppongano le quantità dell'acqua, che passano per l'una, e l'altra sezione in tempi eguali ridotte ne' soliti prismi C F. K O, iquali saranno eguali; e saranno C G, K Q le velocità medie delle sezioni A D. I M; ma degli uguali prismi si rispondono le basi reciprocamente all' altezze; adunque come l'altezza A C all'altezza I K, così la base K N alla base C H; ma la base K N alla base C H è in composta proporzione delle proporzioni di K M a C D, e di K Q a C G, adunque la proporzione di A C ad I K averà proporzione composta di K M, a C D, e di K Q a C G, cioè l'altezza A C all' altezza I K, averà proporzione composta della velocità media della seconda sezione I M, alla velocità media della prima sezione A D, e della larghezza K M della seconda sezione, alla larghezza C D della prima. Il che ec.

Corollario I.

Dal progresso di questa proposizione si fa manifesto, che se le larghezze delle sezioni C D. K M, si piglino per altezze de prismi, sarà la proporzione delle larghezze C D. K M composta delle proporzioni di I K, a C A, e K Q, a C G, e la larghezza della prima sezione alla larghezza della seconda, averà proporzione composta della velocità media della seconda sezione, alla velocità media della prima, e dell'altezza viva della seconda sezione, all'altezza viva della prima.

Corollario II.

E parimente manifesto, che le passate due proposizioni, non solo hanno luogo nelle sezioni del medesimo fiume, ma ancora in quelle di diversi, purchè passino per esse eguali quantità d'acqua in tempi eguali.

PROPOSIZIONE X.

Fig. 5. e 6.

Se l'acqua d'un fiume entri in un altro fiume, l'altezza, che ha l'acqua del primo fiume nel proprio alveo, all'altezza, che la medesima, ovvero un altra mole eguale ad essa, ha nel secondo fiume, ha proporzione composta della velocità, che ha nel secondo fiume, alla velocità che aveva nel proprio alveo, e della larghezza del secondo fiume, alla larghezza del proprio alveo.

Sia

Sia la ſezione del primo fiume influente A B, l' altezza del quale ſia A G, la larghezza G B, e la velocità media ſia B C. Sia dipoi D H l' altezza, che ha nel ſecondo fiume l' acqua influente, e la larghezza del ſecondo fiume H E, e perciò D E la ſezione, per la quale l'acqua del primo fiume ſcorre per lo ſecondo fiume, e la ſua velocità E F. Dico che l' altezza A G, alla altezza G H, averà proporzione compoſta della velocità E F alla velocità B C, e della larghezza H E alla larghezza G B.

Imperciocchè ſcorrendo eguali quantità d' acqua per le ſezioni A B. D E, ſarà A G a D H in proporzione compoſta delle proporzioni d' E F a B C, e H E a C B. Il che ec.

Prop. 9. di queſto

SCOLIO.

Si dee avvertire, che mentre dichiamo A G, a D H avere una data proporzione, noi non pigliamo D H per l' augumento fatto nel fiume per cauſa dell' accreſcimento della nuova acqua. Imperocchè A G all' augumento fatto nel fiume non ha ſempre quella proporzione che ha a D H, ma per lo più l' ha maggiore, come a ſuo luogo ſarà manifeſto.

Corollario.

Da queſta propoſizione, e dall' ottava ſi fa manifeſto, che la velocità media, che ha l' acqua del fiume influente nel proprio alveo, alla velocità media, che ha nel ſecondo fiume, ha proporzione compoſta delle proporzioni della larghezza del ſecondo fiume, alla larghezza del primo, e dell' altezza, che ha nel ſecondo fiume, all' altezza, che aveva nel proprio alveo.

PROPOSIZIONE XI.

Se il compleſſo delle velocità di alcuna perpendicolare, ſi figuri in un rettangolo ſopra alla perpendicolare come ſopra baſe; ſarà l' altezza del rettangolo la media velocità di quella perpendicolare.

Fig. 1.

Sia la perpendicolare A B, e il compleſſo delle ſue velocità naturali ſi contenga nella figura A B C K, e ſia tal figura ridotta nel rettangolo B L, di maniera che abbia l' A B per baſe; Dico la ſua altezza A L, eſſere la velocità media della perpendicolare A B. Imperciocchè il lato L M, parte ſarà nella figura A B C K, e parte fuori di eſſa, come da ſe ſteſſo è chiaro, che ſe foſſe altrimenti il rettangolo, o ſarebbe maggiore, o minore della figura; adunque ſegherà la linea K C, in qualche punto v. gr. in H, pel quale ſi conduca H F parallela all' altezza A L. Perchè dunque il rettangolo B L è eguale ad A BCH K ſe ſi leverà la parte comune A B M H K, ſarà la figura K H L eguale alla figura M H C; ma K H L è l' eccesſo delle velocità, col quale F H una delle velocità fra A, e B ſupera le velocità fra A ed F, e M H C è l' eccesſo delle velocità, col quale la medeſima F H è ſuperata dalle velocità fra F e B; adunque la velocità F H, tanto è ſuperata dalle velocità fra F e B, di quanto ella ſupera le velocità fra F ed A, e perciò ſarà F H velocità media della perpendicolare A B, ma F H è eguale ad A L: Adunque ancora A L ſarà velocità media della medeſima perpendicolare A B. Il che ec.

def. 4. di queſto

Co-

Corollario.

Essendo il rettangolo B L, per la costruzione, eguale al complesso delle velocità naturali dell'acqua nella perpendicolare A B, si potrà ancora il medesimo pigliare come per complesso delle velocità della medesima perpendicolare

PROPOSIZIONE XII.

Il complesso delle velocità di qualche perpendicolare, al complesso delle velocità d'un altra, ha proporzione composta della velocità media della prima perpendicolare, alla velocità media della seconda, e della prima perpendicolare, alla seconda.

Fig. 7. e 8.

Siano le perpendicolari A B. C D: Dico, che il complesso delle velocità della perpendicolare A B al complesso delle velocità della perpendicolare C D, ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media della perpendicolare A B, alla velocità media della perpendicolare C D, e di A B a C D.

Poichè gli aggregati delle velocità delle perpendicolari A B. C D, si riducano ne' rettangoli B E. D F, le basi de' quali siano A B. C D, sarà dunque il rettangolo B E il complesso delle velocità della perpendicolare A B, e D F il complesso delle velocità della perpendicolare C D, ma i rettangoli B E, D F sono fra loro in proporzione composta delle proporzioni d' A E, a C F, e d'A B a C D; ma A E è velocità media della perpendicolare A B, e C F è velocità media della perpendicolare C D, adunque il complesso delle velocità della perpendicolare A B, al complesso delle velocità della perpendicolare C D, ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media A E, alla velocità media C F, e della perpendicolare A B alla perpendicolare C D, Il che ec.

Comand. alla propos. 24. del 6 d' Eucl.

Prop. 11. di questo

Corollario I.

Ne segue da questa proposizione, che se le velocità medie sono eguali, gli aggregati delle velocità fra loro hanno la medesima proporzione che le perpendicolari.

Corollario II.

E se le perpendicolari sono eguali; gli aggregati delle velocità saranno fra loro, come le medie velocità.

Corollario III.

Se poi gli aggregati delle velocità delle due perpendicolari siano fra loro eguali, ne segue che le velocità medie delle medesime perpendicolari siano in proporzione reciproca delle perpendicolari.

Co-

Corollario IV.

E perchè i rettangoli, che hanno le basi, che reciprocamente si rispondono all'altezze, sono fra loro eguali, ne segue, che se le velocità medie, e le perpendicolari, siano fra loro in reciproca proporzione, gli aggregati delle velocità saranno fra loro eguali.

PROPOSIZIONE XIII.

Nelle sezioni egualmente larghe, le somme delle velocità d'una perpendicolare in ciascuna sezione, sono fra loro come le quantità dell'acqua, che passano per le medesime sezioni in tempi eguali.

Siano due sezioni A D, E D, della medesima larghezza C D, ma d'ineguale altezza A C, E C, e sia G, l'acqua, che passa per A D, ed H l'acqua che scorre per E D, in tempo eguale. Sia dipoi I il complesso delle velocità della perpendicolare A C: ed L il complesso delle velocità della perpendicolare E C: E finalmente sia M, la velocità media della sezione A D, ed N la velocità media della sezione E D: Dico come I ad L così essere G ad H. *Fig. 4.*

Imperocchè la ragione di G a H, cioè dell' acque, è composta delle proporzioni d' M ad N, cioè delle velocità medie, e di quella della sezione A D alla sezione E D, ma è come A D, ad E D, così A C ad E C, la proporzione adunque di G ad H sarà composta delle proporzioni d' M ad N, e d' A C ad E C; ma la proporzione d' I ad L, cioè il complesso delle velocità, anch'essa è composta dalle proporzioni d' M ad N, e di A C, ad E C; Adunque come I ad L, così G ad H. Il che ec. *Prop. 6. di questo* *Prop. 12. di questo*

PROPOSIZIONE XIV.

Le quantità dell'acqua, che passano in tempi eguali per qualsivogliano sezioni artificiali, fra loro hanno proporzione composta delle proporzioni del complesso delle velocità d' una perpendicolare della prima sezione, al complesso delle velocità d' un altra perpendicolare, nella seconda sezione, e della larghezza della prima sezione, alla larghezza della seconda.

Siano le sezioni A G, C H; Dico, che la quantità dell'acqua, che passa per A G, alla quantità dell' acqua, che in tempo eguale passa per C H, è in composta proporzione delle proporzioni del complesso delle velocità della perpendicolare A B, al complesso delle velocità della perpendicolare C D, e della larghezza B G della prima sezione, alla larghezza D H della seconda. *Fig. 7. e 8.*

Sia I la quantità dell' acqua, che passa per A G, e K la quantità dell'acqua, che passa in tempo eguale per C H, e si faccia come il complesso delle velocità della perpendicolare A B al complesso delle velocità della perpendicolare C D, così L ad M, e come la larghezza B G alla larghezza D H, così M ad N, sarà la proporzione d' L ad N, composta delle proporzioni, che hanno fra loro gli aggregati delle velocità, e le larghezze delle sezioni. Sia dipoi O velocità media della sezione A G, e P velocità media della sezione C H, si dee provare come I a K, così essere L ad N. Con-

Prop. 11. di questo Conciossiachè L ad M è composta delle proporzioni d' A B a C D, e di O a P; adunque L ad N averà proporzione composta d' A B a C D d' O a P, e di B G a D H; ma delle medesime proporzioni è composta quella di I a K; adunque la proporzione di I a K sarà la medesima di L ad N, Il che ec. *Corollario della 6. di questo.*

PROPOSIZIONE XV.

Gli aggregati delle velocità di due sezioni hanno fra loro proporzione composta delle proporzioni del complesso della velocità d' una perpendicolare nella prima sezione, al complesso delle velocità d'un altra perpendicolare nella seconda sezione, e della larghezza della prima sezione, alla larghezza della seconda.

Siano le due sezioni A D, I M, e le sue larghezze C D. K M; Dico che il complesso delle velocità della sezione A D al complesso delle velocità della sezione I M, ha proporzione composta del complesso delle velocità della perpendicolare A C, al complesso delle velocità della perpendicolare I K, e della larghezza C D, alla larghezza K M. *Fig. 2. e 3.*

Si faccia il rettangolo C E eguale al complesso delle velocità della perpendicolare A C, e s'intenda eretto al piano della sezione A D; similmente si costituisca un altro rettangolo D F eguale al complesso delle velocità della perpendicolare B D, e s' intenda parallelo al rettangolo C E; e si congiungano F E, H G. E perchè le perpendicolari A C. B D nella medesima sezione sono uguali fra loro, e a quelle parimente sono eguali qualsivogliano altre, ne segue, che la velocità media della perpendicolare A C, sia eguale alla velocità media della velocità della perpendicolare B D, e perciò saranno eguali fra loro le linee B F, A E, e per conseguenza ancora i rettangoli D F, C E saranno fra loro uguali, e simili, e similmente posti; ma sono ancora paralleli, adunque il solido C F, sarà un prisma, la base del quale sarà il rettangolo C E, e l'altezza C D, ovvero A B. E se si riducano in rettangoli gli aggregati delle velocità di tutte le perpendicolari fra A C, e B D, saranno tutti eguali al rettangolo C E de' suddetti rettangoli; e se si pongano paralleli a rettangoli C E, D F, i lati omologhi a lati E G, F H saranno nel rettangolo F G, e tutti comporranno il prisma C F; adunque il prisma C F sarà il complesso delle velocità della sezione A D. Poste le medesime cose, si dimostrerà nell' altra sezione I M il prisma K O essere il complesso delle velocità della sezione I M; ma i prismi hanno proporzione composta delle proporzioni delle basi, e delle altezze; adunque il prisma C F al prisma K O, averà proporzione composta delle proporzioni della base C E alla base K P, e di C D. K M, ma C E è il complesso delle velocità della perpendicolare A C, e K P il complesso delle velocità della perpendicolare I K, adunque ancora il complesso delle velocità della sezione A D, al complesso delle velocità della sezione I M, sarà in composta proporzione del complesso delle velocità della perpendicolare A C, al complesso delle velocità della perpendicolare I K, e della larghezza C D alla larghezza K M, Il che ec. *Assioma 1. di questo* *Corollario della prop. 11. di questo*

Corollario.

E perchè per la 14. propofizione le quantità dell' acqua in diverfe fezioni fono fra loro in ragione compofta della proporzione, che hanno fra di loro gli aggregati delle velocità nelle perpendicolari di diverfe fezioni, e della proporzione delle larghezze delle medefime, ed effendofi nella fuperiore propofizione dimoftrato, che la medefima proporzione è compofta degli aggregati delle velocità in diverfe fezioni, ne fegue, che le quantità dell' acqua fono fra loro nella medefima proporzione, che gli aggregati delle velocità delle fezioni, per le quali paffano, o piuttofto, effere lo fteffo il compleffo delle velocità d' una fezione, e l' acqua che fcorre per la medefima, prefa aftrattamente.

SCOLIO.

Quefte ultime propofizioni intorno gli aggregati delle velocità, benchè fi poteffero ridurre all' antecedenti, o almeno dalle medefime fi poteffero ricavare immediatamente, contuttociò abbiamo intraprefo a dimoftrarle quì feparatamente, acciocchè dalla fimilitudine delle proprietà, e delle paffioni, chiaramente appariffe la conneffione, o l' identità, o almeno la proporzionalità, che hanno fra loro gli aggregati delle velocità, e le quantità dell' acque, o fi confiderino in una intera fezione, e folamente in una perpendicolare, e acciocchè fra tanto il Lettore s' aufaffe a pigliare i compleffi delle velocità in cambio delle quantità dell' acqua, effendo per effere frequente ne' libri feguenti l' ufo di effi.

FINE DEL PRIMO LIBRO.

LIBRO II.

Nel qual ſi propone la miſura dell' acque correnti ne' canali inclinati ſolitari.

SUPPOSIZIONE.

ER dare luogo alla Dottrina, ſupponghiamo gli Alvei de Fiumi, ovvero i Canali, eſſere vaſi lunghi, che abbiano il fondo loro ſempre nel medeſimo piano, e i ſuoi ſuoi lati piani verticali perpendicolari al piano del fondo, per gli quali l' acqua ſcorre, o può ſcorrere dal più alto al più baſſo termine, e i medeſimi non ritorti, ma indirizati dirittamente al ſuo termine.

DEFINIZIONI.

I. *Canale ſolitario* è quello, che piglia tutta la ſua acqua dal principio, e quella ſcarica al termine del ſuo corſo, ſenza accreſcimento, o meſcolamento d' altri canali, come ſono quegli, che da ſuoi fonti, o laghi pigliano tutta la loro acqua, la quale per tutto il tratto del loro corſo non ſi meſcola coll' acque d' altri canali.

II. *Canale unito* ſi dica quello, che riceve l' acqua da due, o da più minuti canali ſcambievolmente uniti, uno de' quali influiſca nell' altro, o ſi faccia l' unione ſolamente in uno, o in più luoghi, come ſono per ordinario tutti i fiumi, le acque de quali ſi radunano inſieme per la confluenza di più rivi.

III. *Canale inclinato* è quello, le parti del quale inegualmente ſono diſtanti dal centro de gravi, altre più, altre meno.

IV. *Prin-*

IV. *Principio d'un Canale* intendo quel punto, ovvero quella linea, nella quale prolungandosi il piano inclinato del canale, concorre colla superficie dell'acqua.

V. *Orizzontale* adunque *per lo principio dell'alveo* si dica quella linea, che si tira dal principio dell'alveo parallela all'orizzonte.

VI. *Orizzontale della sezione* è una linea, ovvero un piano tirato per lo fondo della sezione parallela all'orizzonte.

VII. *Angolo della inclinazione* di qualche canale è quello, che è fatto della linea orizzontale dal principio dell'alveo, e della linea della direzione del canale.

VIII. *Sezioni simili negli alvei declivi* ovvero inclinati, si chiamino quelle, che egualmente sono distanti dal principio dell' alveo, e questo è chiaro, che non si possono trovare, se non in diversi canali.

IX. *Sezioni similmente poste* si chiamino quelle, che si fanno in canali egualmente inclinati all'orizzonte.

X. *Luci* sono i forami di varia figura o circolare, o quadrata ec. fatti ne lati, o nel fondo di qualche vaso, per gli quali l' acqua, essendo ripieno il vaso, possa passare.

PROPOSIZIONE I.

Se da un vaso pieno di acqua si cavi dell'acqua da luci o forami simili, ed eguali, ma posti inegualmente sotto la superficie dell'acqua, le quantità dell' acqua cavata, saranno fra loro in sudduplicata proporzione dell' altezza dell'acqua, che fa forza d'escire; purchè però perseveri sempre sopra i lumi eguale altezza d'acqua.

Questa proposizione vien dimostrata dall' esperienza; imperocchè oltre all'osservazioni degli altri, quelle del Sig. Mariotte in particolare sono state da me riesperimentate appresso il Reverendiss. Abbate D. Taddeo Peppoli l'anno 1683. il dì 14. di Ottobre: perciocchè nel convento di S. Bernardo de' PP. Olivetani di questa Città, favorendomi in persona il medesimo Reverendiss. Abbate (la memoria del quale sempre con animo grato sarà da me venerata, siccome in perpetuo mi dorrò della morte, benchè dopo una lunga vita, poco dopo ciò seguita) e D. Giovanni Lodovico Donello, Dottor collegiato di filosofia, e medicina, e con qualche lode nelle mattematiche versato, mio strettissimo amico, e da lui medesimo, e da altri amici, ne' miei studj, ed esperienze aiutato, fu preparato un vaso cilindrico, d'altezza di quattro piedi, col diametro della sua base lungo due piedi, e divisa la sua altezza in sedici parti eguali, furono dipoi fatti in un lato del vaso altrettanti fori circolari, eguali fra loro; a tutti questi furono messe le sue cannelle di legno egualissime, la cavità interiore delle quali da per tutto della medesima grossezza, e diligentissimamente spianata, e pulita, era più larga d'un oncia nel suo diametro, e alla loro parte esteriore fu adattato delle lame di metallo, con un foro circolare nel mezzo, eguale ad un quarto d'oncia, col suo centro per l' appunto corrispondente all' asse della cannella, che sigillavano esattamente il resto del foro, che rimaneva. Dipoi ripieno il vaso d' acqua, e preparato un pendolo lungo once 28. e un quinto, fu osservata la quantità dell' acque, che escirono nello spazio di quindici vibrazioni. Primieramente dalla cannella inferiore, chiuse le altre, nel suddetto tempo l' acqua cavata fu once 123. mantenendo nel vaso la superficie dell'acqua nella medesima altezza: e serrata la can-

nella inferiore, e aperta la più alta di tutte, acciocchè l'altezza dell'acqua scemasse tre once, restando di gettare la detta più alta, fu aperta di nuovo l'inferiore, e l'acqua cavata in altre quindici vibrazioni fu once 118. e si seguitò così successivamente nell'altre, finchè non s'arrivò all'altezza d' once 24. E per essere allora assai difficile mantenere l'acqua nella medesima altezza, durante il tempo che la cannella gettava, fu serrata l'inferiore cannella, e di nuovo ripieno il vaso d'acqua, fu riaperta quella, che era sommersa once 24. sotto la superficie dell'acqua, e nel dato tempo si osservò essere escite once 93. d'acqua, e si seguitò successivamente l'esperienze, secondo il metodo di sopra, fino che si arrivò a tre once d'altezza. E perchè la luce di quest'ultima cannella, benchè pochissimo, e quasi insensibilmente era maggiore del superiore; del che primieramente ci avveddamo dalla quantità dell'acqua, che esciva: dipoi con esperienza sottilissima dalla rettificazione, o riscontro del diametro; perciò dalla mutazione della luce doppia osservazione fondamentale si ebbe a fare, la prima in altezza d'oncie quarantotto, e la seconda in altezza d'once 24. Tutte le osservazioni sono nella sottoposta tavola, insieme colle quantità dell'acque corrisponden. ti alla sudduplicata proporzione dell'altezza dell'acqua sopra i centri delle luci, cavate da due fondamentali osservazioni, acciocchè apparisca, quanto poca sia la differenza fra la ritrovata proporzione coll'esperienza, e la proposta proporzione sudduplicata.

Altezza dell' acqua sopra il centro della cannella, e del lume in once del piede Bolognese.	*Quantità dell' acqua che esce in tutte a 15. le vibrazioni in once della libbra Bolognese.*	*Proporzione dell' acque nella prima osservazione fondamentale, sudduplicate dell' altezze, in once della libbra Bolognese.*
48	123	123
45	118	119
42	116	115
39	110	111
36	106	106
33	103	102
30	97	97 $\frac{1}{2}$
27	91	92
		Proporzione dell' acque cavate nella seconda osservazione fondamentale.
24	93	93
21	87	87
18	81	80 $\frac{1}{2}$
15	74	74
12	66	66
9	56	57
6	47	46 $\frac{1}{2}$
3	34	33

Da queste osservazioni è chiaro, che le quantità dell'acqua sono in suddu-

duplicata proporzione dell'altezze, e benchè in qualche luogo faccia alcuna piccolissima differenza dalla proposta proporzione, contuttociò è insensibile, ed è da attribuirsi al contatto delle luci, o delle lamine, o a qualche piccolissima inavvertenza dell'osservazioni, di maniera tale, che la natura par che proceda con questa proporzione.

Oltre all'esperienze, alcuni cercano di dimostrare questa proposizione, che tutti per lo più pigliano, come principio, ovvero immediatamente la deducono dalla supposizione, tuttavia la più sicura dimostrazione mi pare che sia quella del Torricelli, che è tale.

Sia il vaso A B C D, che abbia il foro in E orizzontale, e sia la superficie dell'acqua A B, e similmente s'intenda un altro vaso F G, col foro in H, eguale al foro E, dico che la velocità colla quale esce l'acqua dal foro H, alla velocità colla quale esce dal foro E, è in doppia proporzione delle linee, ovvero dell'altezze B L, F G.

Fig. 9. e 10.

Imperocchè l'acqua, che esce da' fori E. H, levato l'impedimento dell'aria, sale fino all'orizzontali A M. N K, per l'impeto, o per la velocità impressa in E ed H, adunque la velocità in E ed H, è la medesima, che se scendesse l'acqua da M in E, e da K in H, ma la velocità in E dalla discesa per M E, alla velocità in H dalla discesa per K H, ha proporzione sudduplicata dalle linee M E. K H, o di B L F G, adunque la velocità in E, ed H, è parimente in proporzione sudduplicata delle linee B L. F G, ed essendo le quantità dell'acque nelle sezioni, o luci eguali, come le velocità; ancora le quantità dell'acqua averanno proporzione sudduplicata dell'altezze. Il che ec.

Galileo nello scolio della prop. 23 de motu accelerato.

Galileo nel medes. luogo prop. 2.

prop. 5. del pr. di questo.

Corollario.

E perchè la velocità in E, ed H, non è da altro causata, che dalla pressione dell'acqua, che sta sopra nel vaso, ne segue, che la pressione farà forza secondo la predetta proporzione, se si considera, che nella velocità operi solamente la pressione.

SCOLIO.

Quindi tanto è, che il foro E sia orizzontale, e volto per in su, che di sotto nel fondo C D, o verticalmente ne' lati B L. F G, talchè la direzione sia orizzontale; imperocchè l'acqua preme egualmente dapertutto egualmente, purchè abbia sempre, o eguale, o la medesima altezza sopra di se.

PROPOSIZIONE II.

L'acqua che passa per qualche sezione d'un canale inclinato scorre con la medesima velocità, che scorrerebbe uscendo da un vaso per una luce simile, ed eguale alla sezione, e tanto remoto dalla superficie dell'acqua, quanto la sezione è distante dall'orizzontale tirata dal principio del canale.

Sia il canale inclinato A B, pel quale scorra l'acqua nella sezione B, e sia la linea A E l'orizzontale per lo principio del canale; Dico, che l'acqua

Fig. 11.

qua per la ſezione B ſcorrerà con la medeſima velocità, che ſe ſcorreſſe per la medeſima ſezione B, come ſe foſſe un foro d'un vaſo chiuſo A B E, nel quale A E ſia la ſuperficie dell'acqua.

Concioſſiachè eſſendo l'acqua un corpo grave, ſe ci immagineremo, che da A ſia ſcorſa per lo piano inclinato A B, ſarà in B la medeſima velocità, che in D, ſe da A foſſe piombata in D (ſupponendoſi A D, perpendicolare all'orizzonte, e tagliata dall'orizzontale D B) ovvero da C in B, ma nel vaſo chiuſo la velocità della luce B, è la medeſima, che averebbe l'acqua ſe ſcorreſſe da C in B; adunque ſcorra l'acqua per lo canale A B, nella ſezione B, o ſcorra fuora dal vaſo A B E per la luce B, ſarà ſempre la medeſima velocità. Il che ec.

Torricelli de motu gr. prop. 5.

Corollario I.

Da queſte coſe ſi ricava, le velocità in diverſe ſezioni d'un medeſimo canale eſſere in proporzione ſudduplicata delle perpendicolari tirate dalle ſezioni all'orizzontale per lo principio dell'alveo. Imperocchè eſſendo le velocità nelle luci F. B, in ſudduplicata proporzione delle linee F G. B C, ancora le velocità nelle ſezioni F. B averanno la medeſima ſudduplicata proporzione.

Corollario II.

E perchè come F G, a B C, così è F A, a B A, ſaranno ancora le velocità delle ſezioni F B in ſudduplicata proporzione delle linee F A, ~~F B~~, A B cioè delle diſtanze dal principio dell'alveo.

Corollario III.

Ritrovata adunque la media proporzionale fra G F, e C B, ovvero fra A F, e A B, ſarà come G F, o A F alla media, così la velocità F alla velocità B.

Corollario IV.

Per la qual coſa ſe con l'aſſe A B, e 'l vertice A, ſi deſcriva la ſemiparabola A H L, e ſi tirino le ſemiordinate F H. B L ſaranno queſte la miſura delle velocità de' punti, ovvero delle ſezioni F. B, e così degli altri.

Apol. lib. 1. de Conic. prop. 11.

Corollario V.

Dalle ſopraddette coſe ſe ne deduce, che ſempre più creſcono le velocità, quanto più ſi diſcoſtano le ſezioni dal principio dell'alveo: al contrario poi, eſſendo che, ſtando nel medeſimo ſtato il canale, le velocità contrariamente riſpondano alle ſezioni, ne ſegue conſeguentemente, che ſempre le ſezioni ſono minori, e ſe le medeſime ſi ſuppongano egualmente larghe, l'altezze ſaranno ſempre minori.

PRO-

PROPOSIZIONE III.

In qualſivoglia ſezione d' un canale inclinato, la velocità è maggiore nel fondo, che nella ſuperficie dell' acqua.

Sia il canale inclinato A B, e in eſſo la ſezione con l' altezza B C, Dico che la velocità in B, è maggiore di quella in C. Si tiri per lo principio dell' alveo l' orizzontale, alla quale da B, e C, ſi tirino le perpendicolari B E. C D; e perchè l' angolo C B A, è retto, ſe da eſſo ſi cavi l' angolo acuto A B E, rimarrà l' angolo C B E acuto. Laonde tirata la perpendicolare C F, a B E, caderà dalla parte E, e taglierà la porzione F E minore di tutta la B E, adunque ancora D C ſarà minore della medeſima B E, ma la velocità B, conviene alla diſceſa B E, e la velocità C, alla diſceſa D C, e alla maggior diſceſa ſi conviene la maggiore velocità, adunque la velocità in B è maggiore che in C. Il che ec.

Fig. 12.

prop 2. *di queſto*

Corollario.

E perchè quanto è maggiore l' inclinazione, tanto più diminuiſce l' angolo E B A ſarà conſeguentemente maggiore l' angolo F B C, e però la perpendicolare C F caderà ſempre più vicino al punto B, laonde la differenza fra la velocità del fondo, e della ſuperficie, ſarà ſempre minore, quanto più ſarà inclinato il canale; ed eſſendo a perpendicolo, cadendo C F in C B, le velocità ſi eguaglieranno fra loro.

PROPOSIZIONE IV.

In diverſe ſezioni del medeſimo canale inclinato la proporzione della velocità del fondo alla, velocità della ſuperficie, è ſempre maggiore, quanto più le ſezioni s' accoſtano al principio del canale.

Si ſupponga nella medeſima figura la ſezione G più vicina al principio del canale, che la ſezione B, Dico che la velocità G alla velocità H averà maggior proporzione, che la velocità B alla velocità C. Perciocchè, fatte le medeſime coſe, G H è maggior di B C, e ne' triangoli I G H F B C tutti gli angoli ſono eguali; imperocchè oltre agli angoli retti F. I, gli angoli F B C. I G H ſono eguali, eſſendo complementi degli angoli uguali A G K. A B E ſarà ancora G I maggiore di F B, e perchè K G è minore di E B, tolta I G da K G, e F B da B E, rimarrà K I molto minore di F E, averà dunque G I a F B, maggior proporzione che K I ad E F, e permutando G I, a K I, averà maggior proporzione che F B, ad E F, e componendo G K ad I K ovvero a L H l' averà maggiore che B E ad E F, o a D C. Sia X media proporzionale tra G K, e L H, e Y media proporzionale fra E B, e C D, adunque K G ad X averà maggior proporzione, che E B ad Y: ma la proporzione di K G, ad X è la medeſima di quella della velocità G, alla velocità H, e la proporzione d' E B ad Y è la medeſima di quella della velocità B, alla velocità C: Sicchè la velocità G ad H averà maggior proporzione, che la velocità B alla velocità C. Il che ec.

Fig. 12

Coroll. 5 *prop.* 2. *di queſto*

Coroll. 3 *prop.* 2. *di queſta*

Corollario.

Si fa manifesto da queste cose, che nelle sezioni molto remote dal principio del canale, può accadere, che la differenza delle velocità sia sensibilmente eguale, particolarmente in quelle di poca altezza, avvicinandosi sempre più la proporzione all'egualità.

SCOLIO.

E perchè quasi sempre nelle sezioni de' fiumi la distanza della superficie dell'acqua dal principio del canale, insensibilmente differisce dalla distanza del fondo dal medesimo principio, si potrà fisicamente pigliare la velocità del fondo, eguale alla velocità della superficie, ritardandosi particolarmente l'acqua nel fondo della sezione, per cagion del contatto del medesimo fondo, d'onde ne segue, che ne' fiumi particolarmente di poca altezza, l'acqua alle volte sia più veloce nella superficie, che nel fondo.

PROPOSIZIONE V.

Assegnare una parabola nella quale si possa pigliare la misura delle velocità nella perpendicolare di qualche sezione.

Fig. 13. Sia il canale inclinato A B G, il principio del quale sia A, la sezione B, e la sua altezza B C, bisogna assegnare una parabola, nella quale si possa pigliare la misura di tutte le velocità, esistenti nella linea B C.

prop. 1. *e* 2. *di questo.* Dal punto A si tiri l'orizzontale A F, e si prolunghi B C finchè non convenga con A F, in F, e d'intorno all'asse B F si descriva la semiparabola F H G: Dico che questa sarà la ricercata parabola. Si tirino perpendicolari le B D, C E, ad A F, e le semiordinate B G, C H ec. e perchè la velocità in B, alla velocità in C, è in sudduplicata proporzione di B D, a C E, ed è B D, a C E per la similitudine de' triangoli, come F B ad F C, sarà la velocità in B alla velocità in C in sudduplicata proporzione di quella, che ha F B a F C, ma la medesima proporzione sudduplicata ha B G a C H, adunque le velocità B, e C saranno fra loro, come B G a C H; adunque se B G s'intenderà essere la velocità del punto B, sarà C H la velocità del punto C, e L M del punto M, e così degli altri. Laonde la parabola F B G sarà la misura di tutte le velocità della perpendicolare B C. Il che ec.

Corollario.

Da queste cose è chiaro, lo spazio parabolico C B G H essere il complesso di tutte le velocità della perpendicolare B C.

PROPOSIZIONE VI.

Data la proporzione delle semiordinate in uno spazio parabolico, e dato il segamento dell' asse fra le semiordinate, ritrovare l' asse della parabola.

Sia data nello spazio parabolico A B C D, la proporzione, che ha l' A B, a C D, e dato il segamento dell' asse, bisogna ritrovare l' altezza dell' asse della parabola.

Fig. 14. *e* 15.

Si faccia il quadrato della semiordinata maggiore C D, quale sia E H, e si faccia il quadrato della minore A B, che sia E F posto nell' angolo comune E, e si faccia come la differenza de' quadrati, cioè come il gnomone I L M al quadrato E F, così A C, all' altra per lo diritto continuatale A G, dico che C G sarà l' asse ricercata.

Imperciocchè come lo gnomone I L M al quadrato E F così C A ad A G, sarà componendo, come lo gnomone insieme col quadrato E F, cioè il quadrato E H al quadrato E F, così C A insieme con A G, cioè tutta la C G, a G A. sicchè G C, a G A starà come il quadrato E H ovvero C D, al quadrato E F, ovvero A B, adunque il punto G sarà il vertice della parabola, Il che ec.

Corollario I.

Adunque se A B. C D, siano assegnate nelle parti del segamento A B non solo si darà l' altezza della parabola, ma ancora la sua larghezza.

Corollario II.

Segue da questa proposizione, che se si darà nella figura della precedente proposizione la ragione delle velocità B G. C H, e perpendicolare della sezione B. C si ritroverà l' asse B F della parabola, che misura tutte le velocità della perpendicolare B C.

Fig. 13.

Crollario III.

Anzi di più, se sarà noto l' angolo dell' inclinazione B A D, si potrà trigonometricamente ritrovare l' A B, e B D, cioè la distanza del fondo della sezione dal principio dell' alveo, e la distanza del medesimo fondo dall' orizzontale pel principio dell' alveo; poichè ne' triangoli A B D. A B F oltre il lato B F, saranno noti tutti gli angoli.

PROPOSIZIONE VII.

Riquadrare lo spazio parabolico.

Sia lo spazio parabolico A B C D a cui si debba ritrovare un rettangolo eguale.

Fig. 16.

Si trovi l' asse C E, e si faccia il rettangolo A F, uguale alla parabola

 A E B,

A E B, e ſimilmente alla parabola C E D, ſi faccia uguale il rettangolo C G, e ſi prolunghi A B, e come C A ad A E, ovvero come H O ad O G, così ſia K O ad O I, e ſi compiſca il rettangolo H I: Dico che il rettangolo C I è eguale allo ſpazio parabolico C A B D.

Archim. de quad. Parab. prop.24.

Conciossiachè il rettangolo A F è eguale alla parabola A E B, e il rettangolo C G alla parabola C E D, cavato dal rettangolo C G, il rettangolo A F, e dalla parabola C E D, la parabola A E B, rimarrà lo ſpazio K F G H C A K eguale allo ſpazio parabolico C A B D, ſicchè levato di comune il rettangolo C O, rimarrà il rettangolo F O eguale al rimanente ſpazio parabolico H O B D, ma il rettangolo F O, è eguale al rettangolo H I, avendo i lati reciprocamente proporzionali: adunque il rettangolo H I ſarà eguale allo ſpazio parabolico H O B D, aggiunto adunque di comune il rettangolo C O; ſarà tutto il rettangolo C I eguale allo ſpazio parabolico C A B D. Il che ec.

PROPOSIZIONE VIII.

Ritrovare in un canale inclinato la media velocità di qualſivoglia perpendicolare.

Fig. 17.

Sia nel canale inclinato, la ſezione B con l'altezza B C, biſogna trovare la media velocità della perpendicolare B C.

prop. 5. di queſto
prop. 1. di queſto

Si deſcriva la parabola, che ſia la miſura delle velocità della perpendicolare B C, e tirate le ſemiordinate B E. C H, ſi faccia il rettangolo B F eguale allo ſpazio parabolico B C H E, il lato del quale F I ſegherà la parabola in qualche punto G; e per G ſi conduca G K ſemiordinata all'aſſe B D, che ſeghi il medeſimo aſſe nel punto K: Dico nel punto K eſſere la media velocità ricercata, e la medeſima eſſere eſpreſſa dalla linea K G.

Poichè, ſe tutte le parti dell' acqua nella perpendicolare B C ſcorreſſero con eguale velocità, è certo che nel tempo che C arrivaſſe ad F, ancora K arriverebbe a G, e B ad I; laonde il rettangolo B F ſarebbe il compleſſo delle velocità della perpendicolare B C; ma lo ſpazio parabolico B C H E è il compleſſo delle velocità della perpendicolare B C, e il rettangolo B F è eguale allo ſpazio parabolico, adunque il compleſſo delle velocità è eguale, o ſcorra l'acqua con una ſola, e uniforme velocità K G, ovvero con ineguali B E. C H ec. adunque dalle coſe dimoſtrate nel primo libro, ancora le quantità dell'acqua ſarebbero eguali, e conſeguentemente K G ſarà media velocità.

Altrimenti.

Perchè il rettangolo B F è eguale allo ſpazio parabolico B C H E cavata la porzione comune C H G I B, rimarrà il trilineo H G F eguale al trilineo I G E, ma la velocità K G, ſupera tutte le minori velocità colle velocità, che poſſono eſſere contenute nel trilineo H G F, ma e ſuperata dalle maggiori velocità, con quella porzione, che ſi contiene nel trilineo I E G, adunque eſſendo eguali i trilinei, H G di tanto ſupererà le minori velocità, di quanto ell'è ſuperata dalle maggiori, e conſeguentemente ſarà la media velocità, Il che ec.

Eſem-

Esempio.

Col quale si possono gli tre superiori Teoremi aritmeticamente risolvere. Sia l'altezza della sezione B C piedi 4., e la proporzione delle velocità B E, e C H sia quella, che ha 3. a 4. o pure per più facilità del calcolo del 9. a 12 (in che modo poi si debba trovare per via d' esperienze la proporzione delle velocità lo insegneremo di sotto) si facciano i quadrati delle velocità 9. 12. v. 81. e 144. e si sottragga dal maggiore il minore, sarà la differenza 63. adunque per la regola aurea, come sta il 63. all' 81. così il 4. al 5. e un settimo; e tanto sarà la C D residuo dell'asse intera della parabola, per conseguenza tutta la B D sarà 9, e un settimo: si moltiplichi l' asse B D che è 9, e un settimo, co' due terzi della linea B E cioè 8. il prodotto 73. e un settimo, sarà l' area della parabola B D E: similmente si multiplichi l' asse D C co' due terzi della linea C H, cioè con 6. il prodotto 30. sarà la superficie della parabola D C H: si sottragga 30. e sei settimi, da 73. e un settimo, la differenza 42. e due settimi, sarà l' area B C H E, adunque se 42. e due settimi, sia partito da B C, che è 4. il quoziente sarà 10. e quattro settimi, e l' altro lato del rettangolo C F eguale allo spazio parabolico B C H E. Per trovar dunque il luogo della linea K G eguale a C F nell' asse B D, si faccia il suo quadrato 111. e $\frac{37}{49}$ e per la regola aurea, come sta il quadrato 81. al quadrato 111. e $\frac{37}{49}$ così l' asse 5. e un settimo, all' asse D K 7. $\frac{225}{3087}$ laonde levato dall' asse D K, l' asse D C 5. e un settimo, rimarrà C K 1 $\frac{2941}{3087}$ o pure se la perpendicolare è in misura di piedi, sarà piedi 1. onc. 11. e mezzo prossimamente. Laonde tanto il luogo della velocità media sarà immerso sotto la superficie dell' acqua.

PROPOSIZIONE IX.

Ritrovare meccanicamente la proporzione delle velocità.

Da una data lunghezza d' un canale, o una data distanza del principio del medesimo canale da una sezione, e dall' angolo dell' inclinazione, facilmente si troverà la proporzione delle velocità della superficie, e del fondo.

Fig. 17.

Imperocchè avendo il triangolo A B D l' angolo retto in B, ed essendo cognito l' angolo dell' inclinazione D A B, e di più essendo noto il lato A B, ancora colla trigonometria si fa nota l' altezza della parabola B D, la quale ritrovata, e ritrovata ancora l' altezza di qualche perpendicolare nella sezione v. gr. B C, sarà la proporzione della velocità B alla velocità C, suddupplicata di quella di D B a D C.

Corol. 2. della 2. di questo

Che se non è cognita la distanza della sezione dal principio dell' alveo, dalle cose di sopra dimostrate nella 6. proposizione, è chiaro il converso, cioè data la proporzione delle velocità B E, C H ec. ritrovare le cose rimanenti.

Bisogna adesso assegnare un modo, col quale si faccia nota meccanicamente questa proporzione. Sia perpendicolare all' orizonte la linea A D, e il pendolo A B, che sia sostenuto fuori del perpendicolo dalla potenza in C, dimostra l' Erigonio nella proposizione 9. della sua Meccanica, che se da B si elevi la B E, parallela alla D A, e per E si conduca E F parallela a B C, e l' altra E C, parallela ad A B, sarà B E a B C come il peso B nella

Fig. 18.

la perpendicolare A D alla potenza B C. S' intenda alzato il pendolo in H e si faccia H K eguale a B E, sarà dunque ancora in questo caso il peso nella perpendicolare alla potenza H I, come H K ad H I, e essendo B E, ed H K eguali, sarà come la potenza B C alla potenza H I, così la B C all'H I; laonde se operano per via di linee orizzontali le potenze B C, e H I, essendo in quel caso gli angoli K H I, E B C retti, saranno H I, B C tangenti degli angoli dell'inclinazione H K I, B E C, per lo che in tal caso le potenze saranno, come le tangenti degli angoli dell' inclinazione. Ma se non siano le potenze orizzontali, ma però sia noto il loro angolo con la linea verticale, insieme con l' angolo dell' inclinazione del pendolo, si conoscerà tuttavia trigonometricamente la proporzione delle medesime potenze. Imperocchè supposta H K di qualsivoglia arbitraria quantità, sarà nel triangolo H K I noto il lato H K, e parimente noti gli angoli H K I dell' inclinazione del pendolo, e K H I angolo della vibrazione, ovvero del tratto, laonde sarà noto il lato H I; e parimente nell'altro triangolo E B C sarà noto B C per la misura comune con H I, se si supponga B E di tal misura, quale si è supposta K H; sicchè se H I, B C averanno fra loro la medesima proporzione, che le potenze traenti. Essendo dunque il medesimo se operi la potenza col tirare per l' H I, o collo spingere per l'M H, o N B, poichè da esse egualmente nell' uno, e nell' altro caso insieme colle potenze A H, A B si fa l'equilibrio col peso B ovvero H, sarà nota ancora la proporzione delle M H, N B, potenze spingenti.

Per ritrovar dunque la ricercata proporzione delle velocità, si adatti un pendolo ad un quadrante spartito in gradi, e in minuti, e si ponga uno de suoi lati verticalmente, e si lasci andare il peso B nell'acqua di qualche canale, in modo che il suo centro sia al pari della superficie dell' acqua, è chiaro, che la velocità dell'acqua divertirà la direzione del pendolo verso il centro. Si osservi diligentemente l' angolo dell' inclinazione. Dipoi lasciato andare il pendolo (senza variare la lunghezza del filo) fino al fondo del canale, di maniera però, che non sia dal medesimo fondo impedito, di nuovo si osservi l'angolo dell' inclinazione. E perchè la potenza, che tiene il pendolo nell'angolo dell'inclinazione, è la stessa velocità dell' acqua corrente, tanto nel fondo, quanto nella superficie, imperocchè nell' acqua stagnante il pendolo senza angolo alcuno s' indirizza verso il centro, sarà la proporzione delle potenze la medesima, che quella della velocità; sicchè se la superficie dell'acqua non è in alcun modo, o è insensibilmente inclinata all'orizzonte, le tangenti degli angoli dell'inclinazione averanno la medesima proporzione, che le velocità. Che se fosse sensibile l' inclinazione della superficie dell'acqua all'orizzonte, questa si doverà misurare, e aggiungerla all'angolo retto, e si averà l'angolo del tratto, il quale ritrovato, come sopra si è detto, si ricava la proporzione delle velocità. Il che ec.

PROPOSIZIONE X.

Dato il luogo d'una media velocità, e dato l' angolo dell' inclinazione del canale, determinare lo spazio, che può scorrere nel dato tempo una data velocità.

Fig. 19. e 20. Sia H il luogo della media velocità, e l'angolo D A B, bisogna determinare lo spazio, che possa essere scorso nel dato tempo B dalla velocità H.

E per-

E perchè nel trovare il punto H, prima si fa noto l' asse B D, sarà noto nel triangolo D K H il lato D H, ed oltre all' angolo retto D K H. sarà ancora noto l' angolo K D H complemento dell' angolo K A B dell' inclinazione, laonde sarà noto il lato K H, adunque la velocità media H è la medesima, che se scorresse l' acqua, da un vaso, sotto l' altezza K H. Sia dunque il vaso N O con l' altezza O M, e la luce M P sia di nota superficie v. gr un quadrato d' un' oncia, e sia R la sua media velocità, dipoi sia l'altezza R E eguale all' altezza K H, e si supponga dalla luce P M sia scorso v. gr. un piede cubo d' acqua Q S, nel tempo L, che sia un minuto d' ora. Questa quantità s' intenda ridotta in un prisma retto, che abbia per base la medesima luce v. gr. V K, con l' altezza K Y, sarà dunque K Y la velocità media della luce P M, e la propria del punto R. Perchè dunque è noto tanto la luce V K, quanto la base del cubo Q T, sarà nota anco la proporzione di Q T ad V K, e perchè i prismi Q S, V Y si suppongono eguali, sarà come V K ad Q T così reciprocamente T S a K Y, ma T S, è altezza nota, adunque ancora sarà nota K Y. Il che ec.

Fig. 21. e 22.

Esempio.

Nel caso nostro, perchè Q T, è base del piede cubo, cioè piede quadrato, sarà Q T once quadrate 144. e V K è un oncia quadrata, come dunque un oncia, a once 144. così un piede d' altezza T S a 144. piedi d' altezza K Y, sicchè la media velocità del punto R, ovvero del punto H, è atta a scorrere 144. piedi nel tempo L, ovvero in un minuto d' ora.

Corollario I.

Sicchè ritrovata, con reiterate esperienze, la quantità dell' acqua, che passa dalla data luce, da un vaso, sotto una certa altezza nello statuito tempo, nel che invero è necessaria una grandissima diligenza, non solo si determinerà lo spazio corrispondente a quella velocità, ma ancora gli spazi di qualsivogliano velocità, sotto maggiori, o minori altezze, per la proposizione prima di questo libro. Noi a suo luogo daremo la tavola, per quanto s' è potuto ritrovare per via d' esperienze, della quale però non ci fidiamo tanto, che non istimiamo potersi ridurre a maggiore, e più sottile sminuzzamento.

SCOLIO.

E meglio per determinare la quantità dell' acqua, che passa per la data luce, in un dato tempo, servirsi di pesi, in cambio di misure lineari, poichè pesandosi l' acqua scorsa nel tempo d' un sol minuto, sino ad un grano, potremo precisamente determinare la sua quantità, poi preparato un vaso, che abbia la sua interna cavità cubica; ed il lato d' una sola oncia lineare, si empia il medesimo vaso d' acqua, dipoi con somma diligenza, alla bilancia si esamini il suo peso, che sarà il peso d' una sola oncia cubica; se dipoi si divida tutto il peso, per lo ritrovato peso d' un oncia cubica d' acqua, il quoziente sarà il numero dell' once cubiche, alle quali è eguale tut-

tutta l' acqua; laonde questa s' intenderà, ridotta in un prisma retto, che abbia per base una sola oncia quadrata, con l' altezza di tante once lineari, quante saranno l' once cubiche nel predetto quoziente, del qual prisma, se ce ne serviremo in luogo del cubo Q S, si averà l' altezza K Y secondo me, esattissima.

Si debbe avvertire, che quantunque le luci circolari, a prima vista, paiano più atte, per cagione della minor circonferenza, ed in conseguenza del minor contatto, contuttociò, per potere più facilmente determinare la distanza del luogo della media velocità dalla superficie dell' acqua, è meglio servirsi di luci quadrate, ovvero rettangoli fatti, in lama di bronzo ben lisciata, e tirata più sottilmente che sia possibile, che abbia i lati superiori, e inferiori orizzontali, le quali luci quanto saranno più larghe, tanto daranno più giusta l'operazione, a causa del minor toccamento; purchè però si possa a un tratto aprire, e serrare al principio, e al fine del dato tempo.

Si ritroverà ancora la media velocità della luce, con l'istesso metodo, che si è ritrovata nelle sezioni, nell' ottava proposizione, col supporre la linea O M altezza dell' acqua sopra al margine inferiore della luce, essere asse della parabola, e l' altezza della luce M P, essere l' altezza della sezione.

Corollario II.

Dalle cose dette è chiaro, che se lo spazio dovuto alla velocità, e la perpendicolare, insieme con la larghezza della sezione, abbiano una comune misura, e si multiplichi lo spazio per la perpendicolare, e il prodotto si multiplichi per la larghezza, ne nascerà la quantità dell' acqua, che passa per la sezione, nel tempo, col quale è determinato lo spazio v. gr. se lo spatzio corrispondente alla media velocità della sezione B C per un minuto di empo, sia 144. piedi, e sia l' altezza, ovvero la perpendicolare della sezione piedi 12. e la larghezza piedi 50. si multiplichi 144. per 12. e il prodotto 1728. si multiplichi per 50. il prodotto di questo 86400. sarà il numero de' piedi cubi, che passano in un minuto d' ora per la data sezione; Il medesimo segue moltiplicandosi la larghezza, e l' altezza della sezione, e lo spazio corrispondente alla velocità indifferentemente l' uno nell' altro, e il prodotto si multiplichi pel terzo: poichè il quarto numero, che ne nasce, sarà la ricercata quantità dell' acqua.

FINE DEL SECONDO LIBRO.

LI.

LIBRO III.

Che contiene la misura dell' acque correnti per gli canali orizzontali, tanto solitari, che uniti con altri orizzontali.

DEFINIZIONI

I.

L canale orizzontale è quello, che ha il fondo da pertutto egualmente distante dal centro de' gravi: cioè che s' accomoda alla sferica terrestre superficie, la quale perchè in poca distanza non differisce sensibilmente da un piano, perciò il fondo d' un canale orizzontale spessissimo lo consideriamo, come un piano.

II. *La misura proporzionale* dell' acqua corrente, non è altro, che una proporzione, che passa fra le quantità dell' acqua, che passano nel medesimo, o in egual tempo, per una, o più sezioni, la qual misura non solo ha luogo ne' canali orizzontali, ma ancora in altri di qualsivoglia sorte.

III. *Il cubo dell' acqua*, è un numero, che nasce da regole certe, il quale messo in paragone con un altro consimile, dimostra la proporzione dell' acque, delle quali sono cubi.

IV. *Centro della velocità* si chiami il punto di qualche perpendicolare nella sezione, che corrisponde alla media velocità della medesima perpendicolare.

PRO-

PROPOSIZIONE I.

Ne' canali orizzontali aperti da una parte, se dalla parte opposta si infonda dell' acqua, che sia atta a scorrere con qualche altezza, comincerà a scorrere, e seguiterà a scorrere fino all' uscita, purchè il fondo de' canali, o sia più alto dell' estremo termine del flusso, o con esso almeno sia nella medesima linea orizzontale.

Sia il canale A B aperto dalla parte B, del quale il fondo orizzontale A B, sia più alto, ovvero nella medesima orizzontale di B, estremo termine del flusso, e dalla parte in esso dell' acqua A s' infonda, che faccia l' altezza A C. Dico che l' acqua scorrerà da A fino in B.

Fig. 23.

E perchè l' acqua non può stare nell' altezza A C, se non ritenuta da un estremo termine, per la general natura de' corpi fluidi, non essendovi in B, per la supposizione, un termine tale, ne seguirà, che da se l' acqua si doverà egualmente distendere sopra il fondo A B, ma questo non può accadere, senza che l' acqua da A scorra in B, adunque da A fino B si farà il flusso; perchè dalla successiva pressione dell' altezza A C, e per la supposizione, somministrandosi successivamente nuova acqua atta a mantenersi nella medesima altezza, di nuovo l' acqua non potrà stare in quell' altezza, e si continuerà il moto successivo da A fino in B, escendo l' acqua per B. Il che ec.

PROPOSIZIONE II.

La velocità, colla quale scorre l' acqua per un canale orizzontale, è la medesima, che quella, colla quale scorrerebbe da un vaso pieno d' acqua, coll' altezza uguale all' altezza viva dell' acqua nel canale orizzontale.

Perchè s' intenda il canale orizzontale A B, che scorra coll' altezza A C segato da un piano verticale F D, e sia la sezione dell' acqua, e del piano il parallelogrammo F D, che impedisca il corso; è certo, che l' acqua fra A, e D spingerà in maniera il piano D F, che datole l' esito, ella scorrerebbe colla medesima velocità di prima, poiche l' acqua, che è sotto la sezione nel corso continuato, serve in luogo del piano, mantenendo nella sezione l' acqua nella medesima altezza. S' intendano per tanto nel piano D F molti fori, da' quali esca l' acqua, ovvero per maggior chiarezza della dimostrazione, s' intendano le luci prese nella perpendicolare D G, e siano D. H, ed altre quante si vogliano, che possano essere fra D, e G, in maniera che tutta la D G sia come infinite luci, o una luce sola, composta d' infinite luci, adunque scorrerà l' acqua per la perpendicolare G D colla velocità media, che scorrerebbe dal vaso chiuso C F, ma questa è la medesima, che la velocità, colla quale scorreva prima l' acqua per la perpendicolare G D, adunque l' acqua corre pel canale orizzontale, come se escisse della luce G D, e conseguentemente tutta l' acqua, che fluisce pel parallelogrammo D F, fluisce colla medesima velocità, con cui scorrerebbe, se escisse da un vaso pieno d' acqua per la luce D F, con l' altezza D G, Il che ec.

Fig. 23.

Corollario I.

Da questa, e dalla prima proposizione del libro secondo, si fa manifesto che le velocità delle perpendicolari nelle sezioni de' canali orizzontali sono tra loro in sudduplicata proporzione delle ascisse, o tagliate fino alla superficie dell'acqua. Come, se sia la perpendicolare A B, sarà la velocità del punto B alla velocità del punto C in proporzione sudduplicata delle linee A B, A C.

Fig. 24.

Corollario II.

Di quì è, che se coll'asse A B si descriva la parabola A E D B, e s'intenda la linea C E come velocità del punto C, sarà B D la velocità del punto B, e così dell'altre, e tutta la parabola A E D B, sarà e misura, e complesso delle velocità della perpendicolare A B.

Corollario III.

Siccome è chiaro la velocità del fondo A D essere la massima, e le altre sempre essere minori, e minori, quanto più vicine alla superficie; purchè l'altezza G D sia viva, cioè non vi sia sotto qualche buca, o impedimento, perciocchè allora non solo è ritardata la velocità dell'acqua, in maniera che divien minore, che nelle parti superiori, ma alle volte diviene stagnante, e per lo più rivolta addietro il suo corso, il che più d'una volta l'ho esperimentato col pendolo, e questo sia detto, acciocchè nessuno sbagli nel far l'esperienze, imperocchè facilmente può accadere, che giudichi il fallo ne' fiumi irregolari, se non avvertirà a tutto il necessario.

PROPOSIZIONE III.

Dato il complesso delle velocità di qualche perpendicolare in un canale orizzontale ritrovare la sua media velocità.

Sia la perpendicolare A B, e il suo complesso, e misura delle velocità sia la parabola B A E D, bisogna ritrovare la media velocità della perpendicolare A B.

Fig. 24.

Si divida B D in tre parti eguali B G. G H. H D. e da queste se ne piglino due B G. G H, Dico che la B H, sarà la ricercata media velocità. Si alzi dal punto H la perpendicolare H I, che seghi la parabola in E, e per E si tiri la E C, semiordinata all' asse A B, e si compisca il parallelogrammo B I, e prolungata B D in F, si faccia D F eguale a G H, e si congiungano le A F. A D; perchè dunque la linea B F, è sesquiterzia della linea B D, per la costruzione, sarà ancora il triangolo A B F sesquiterzio del triangolo A B D, essendo tra di loro come le basi, ma ancora la parabola A E D B è sesquiterzia del medesimo triangolo A B D, dunque il triangolo A D F è eguale alla parabola B A E D, ma ancora il parallelogrammo B I è eguale al triangolo B A F, per essere nella medesima altezza, e nella metà della base, sarà dunque il parallelogrammo B I eguale alla para-

Prima del 6. d' Eucl.

Archim. della quad. della parab. prop. 24

rabola B A E D; levata dunque di comune la porzione B A E H, rimarrà il trilineo A E I, eguale al trilineo E H D, ma col trilineo A E I si misura la mancanza delle velocità superiori fra A, e C dalla velocità C E, e col trilineo H E D, si misura l'eccesso delle inferiori sopra C E, sicchè essendo la mancanza eguale all'avanzamento, sarà la media velocità eguale a C E, ovvero a B H; laonde dato il complesso delle velocità ec. è ritrovata la media velocità. Il che ec.

SCOLIO.

Il medesimo si potrebbe dimostrare altrimenti, conciossiachè se tutte le parti della perpendicolare A B scorressero con eguale velocità, nel tempo che C arriva ad E, nel medesimo ancora A arriverebbe ad I, e B ad H, e così degli altri, e perciò il parallegrammo A I sarebbe il complesso delle velocità della perpendicolare A B, ma la parabola B A E D è il complesso delle velocità naturali della medesima perpendicolare A B, adunque i composti delle velocità sarebbero eguali, e conseguentemente ancora le quantità dell'acque; o scorra l'acqua A B colla velocità uniforme C E, ovvero non uniforme, secondo la proporzione delle semiordinate nella parabola, e per conseguenza sarà C E la media velocità. Il che ec.

Coroll. della prop. ul. del 1. di questo.

Corollario I.

E perchè per l'Assioma primo, ciascuna perpendicolare ha la medesima velocità nella medesima sezione, sarà la media velocità d' una sola perpendicolare ancora la media velocità di tutta intera la sezione.

Corollario II.

Di quì è chiaro, la massima velocità alla media essere in proporzione sesquialtera, poichè la massima delle semiordinate B D a D H ovvero a C E media velocità ha sesquialtera proporzione.

Corollario III.

Di più resta manifesto, che se la medesima, o eguali parabole, si piglieranno per misura delle velocità, le medie velocità nelle perpendicolari di diversa altezza, saranno fra loro in sudduplicata proporzione delle perpendicolari; poichè essendo le massime alle medie in proporzione sesquialtera, saranno tutte le massime alle sue medie nella medesima proporzione, e permutando, le massime fra loro saranno nella medesima proporzione, che le medie; ma le massime sono fra loro in proporzione sudduplicata delle loro perpendicolari; adunque ancora le medie saranno nella medesima proporzione.

Co-

Corollario IV.

E ancora manifeſto il punto C della perpendicolare A B eſſere il luogo della media velocità, ilqual punto ſi può chiamar centro della velocità.

Corollario V.

Sicchè queſto centro della velocità ſarà ſempre demerſo ſotto la ſuperficie dell'acqua in maniera, che la ſua diſtanza dalla ſuperficie ſia quattro noveſimi di tutta la perpendicolare: imperocchè eſſendo la maſſima velocità alla media in proporzione ſeſquialtera, ſe ſi ſupporrà la maſſima 3. la media 2. come il quadrato di 3. cioè 9. al quadrato 2. cioè 4. così A B ad A C, e però ſe tutta l' A B s' intenda diviſa in 9. parti, l' A C ſarà 4. di queſte parti.

Corollario VI.

Adunque il centro della velocità ſegando ſimilmente tutte le perpendicolari, cioè nella proporzione di 4. a 5. ne ſegue, che le parti ſegate dal centro della velocità ſaranno fra loro come l' altezze vive delle ſezioni: avendo ciaſcuna aſciſſa alla ſua perpendicolare la proporzione di 4. a 9. e perciò come una aſciſſa alla ſua perpendicolare, così un altra ſimile aſciſſa alla ſua perpendicolare: e permutando, come l' aſciſſa alla aſciſſa, così la perpendicolare alla perpendicolare, in maniera che ſempre ſi riſpondano colla medeſima proporzione fra ſe ſteſſi l' augumento della perpendicolare, e l'abbaſſamento del centro della velocità ſotto la ſuperficie dell' acqua.

Corollario VII.

E perchè le velocità medie ſono fra loro in proporzione ſudduplicata delle perpendicolari, e ſono le perpendicolari fra loro, come le aſciſſe, ſaranno le medie velocità in proporzione ſudduplicata delle aſciſſe.

Corollario VIII.

Sicchè ne' canali orizzontali la media velocità creſce, e ſcema a cauſa della ſola variazione dell'altezza, e creſce, o ſcema in ſudduplicata proporzione delle diverſe altezze vive, di quì ſegue, che i canali, che hanno eguali altezze d'acqua, hanno ancora eguali le medie velocità.

PROPOSIZIONE IV.

Se la proporzione delle massime ordinate delle parabole, che sono misura delle velocità in tutte le acque correnti, sarà la medesima che la proporzione delle velocità medie, o massime di diverse sezioni, quelle parabole saranno tutte eguali fra loro.

Fig. 25. Siano due parabole C A E, C B D, quali si piglino per misura delle velocità di diverse sezioni, o ne' canali orizzontali, o negl' inclinati, e sia la proporzione della velocità massima, che corrisponde all' altezza della parabola A C alla velocità massima corrispondente all' altezza B C, come C E a C D, Dico la parabola A C E essere eguale alla parabola C B D.

Imperocchè disposta l'una, e l'altra al comune asse, di maniera, che le massime semiordinate si adattino insieme, per lo punto D tirisi D F, parallela all' asse A C, che seghi la linea parabolica A F E in F, e per F tirisi la semiordinata F G, e conseguentemente parallela a C E. Perchè dunque come A C a C B, così il quadrato C E al quadrato C D, ovvero F G, sarà il quadrato C E al quadrato G F, come A C a C B, ma come il quadrato C E al quadrato F G, così è A C ad A G; adunque come A C ad A G così A C a C B, e però saranno fra loro eguali le A G. C B, sicchè aggiunta di comune G B, sarà A B eguale a G C; ma G C è eguale ad F D; adunque eziandio A B sarà eguale alla medesima F D: similmente si dimostrerà M H eguale ad A B, e perciò sarà eguale alla stessa F D: essendo dunque A B, M H, F D, ec. eguali, saranno le parabole A F E, B H D eguali. Il che ec.

Greg. a S. Vinc. de Parabola pro. pos. 333

Corollario.

E perchè le parabole eguali, se hanno diverse cime, e siano costituite al medesimo asse, sono parallele fra loro, ovvero asintotiche, la proprietà delle quali è, che continuati i loro perimetri, sempre più, e più vadano scambievolmente accostandosi, nè mai si seghino, o tocchino, ne segue, che nella medesima sezione, sotto diversa altezza, le medie velocità saranno disuguali, ma però, gl' incrementi delle medie velocità, per eguali altezze sopraggiunte, più, e più si faranno minori.

PROPOSIZIONE V.

Le quantità dell' acque nelle sezioni de' canali orizzontali della medesima larghezza, ma di diversa altezza, sono fra loro in triplicata proporzione delle velocità massime.

Fig. 26. Siano le sezioni B H, B I della medesima larghezza B K, ma d' altezza diversa B C B A, e sia la massima velocità della sezione B H, la linea B D, e B E sia massima velocità della sezione B I, di maniera che la proporzione delle velocità massime sia quella, che passa fra B D, e B E. Dico, che la quantità dell' acqua per B H, alla quantità per BI: è in proporzione triplicata di B D, a B E.

Imperocchè si tirino le parabole B C D. B A E. K H G. K I F, le quali per l' antecedente proposizione saranno tutte eguali, e perchè le perpendico-

dicolari B C, K H sono eguali, saranno ancora le massime velocità di esse eguali, cioè B D, a K G: similmente si mostrerà essere eguali le B E, K F ed essendo le due A B, B E alle due I K, K F parallele; sarà il piano A B E, parallelo al piano I K F, se dunque per lo perimetro delle due parabole si supponga rivolgersi la linea parallela A I, ovvero E F sarà descritta una superficie d'un cilindrico parabolico, s'intendano fatti questi cilindrici C B D. G H K. A B E F I K. E perchè la parabola B C D, è il complesso delle velocità della perpendicolare C B, e la parabola H K G, è il complesso delle velocità della perpendicolare K H, e sono simili, ed eguali gli aggregati delle velocità nell'altre perpendicolari della sezione B H, sarà il termine di tutte le somme nella superficie del cilindrico parabolico C D. G H, e perciò il complesso delle velocità della sezione B H, sarà il cilindrico B G H D; e nel medesimo modo si dimostrerà la somma delle velocità della sezione B I essere il cilindrico parabolico B F I E, e perchè questi due cilindrici sono egualmente alti, saranno fra loro come le basi, cioè il cilindrico B G H D al cilindrico B F I E sarà come la parabola C B D alla parabola A B E, ma sono le parabole eguali in triplicata proporzione delle massime ordinate, adunque il cilindrico al cilindrico, sarà in proporzione triplicata di B D, a B E, ma i cilindrici si sono dimostrati essere il composto delle velocità delle sezioni; adunque il composto delle velocità della sezione B I, al composto delle velocità della sezione B H; ovvero l'acqua, che scorre per B I all'acqua, che scorre in tempo eguale per B H, sarà in triplicata proporzione della massima velocità B E alla massima velocità B D. Il che ec.

Caval. Geom. lib 2. prop. 34 Corol. 4.

Greg. da S Vinc. prop. 241 de parab.

prop 15. 1. di questo.

SCOLIO.

Questa proposizione in altra, e più spedita maniera si potrebbe dimostrare; imperocchè essendo le quantità dell'acque in proporzione composta delle proporzioni della sezione alla sezione, e della velocità media, alla velocità media, e essendo la proporzione delle sezioni d'eguale, o della stessa base, la medesima che dell'altezze, sarà la proporzione dell'acqua all'acqua composta delle proporzioni dell'altezza all'altezza, e della velocità media alla velocità media, cioè di quella dell'altezze, e della sudduplicata delle medesime altezze. Sia dunque la prima altezza A, la seconda C, se dunque fra A, e C, si trovi la media proporzionale E, e si aggiunga la quarta B, sarà la proporzione di A a B composta della proporzione di A a C, cioè dell'altezze, e di quella di C a B cioè delle velocità medie, ma la proporzione di A a B, è triplicata di quella di A a E, cioè della velocità media per A alla media per C, adunque la quantità dell'acqua per A, alla quantità dell'acqua per C, è in proporzione triplicata delle medie velocità. Il che ec.

prop 6. 1 di questo.

Fig. 27.

Corollario I.

E perchè le massime velocità sono proporzionali alle medie, saranno ancora le quantità dell'acque in triplicata proporzione delle massime velocità.

Corol. 3. prop. 3. di questo

Corollario II.

Parimente perchè le velocità medie sono fra loro in sudduplicata proporzione dell' altezze; ne segue, che le quantità dell' acqua sono fra loro in triplicata proporzione di quella, che è sudduplicata dell' altezze.

Corollario III.

Da queste cose nasce un facile metodo di ritrovare la misura proporzionale astratta, ovvero la proporzione, che hanno fra loro le acque correnti per diverse sezioni de' canali orizzontali d' eguale larghezza. Imperocchè se si multiplicheranno fra loro le altezze di due sezioni, e dal prodotto sia cavata la radice quadrata; sarà la proporzione della maggior perpendicolare, alla radice ritrovata, quella, che ha la maggior velocità data alla minore, o siano massime, o siano medie, i termini delle quali se si cuberanno, cioè se si multiplicheranno in se, e di nuovo si multiplicherà il prodotto per la radice, sarà la proporzione de' cubi l' istessa, che quella dell' acque, che passano nel medesimo, o in egual tempo; imperciocchè i cubi delle velocità sono fra loro, siccome le quantità dell' acque, in triplicata proporzione delle velocità.

Esempio.

Sia la perpendicolare A B alta piedi 25. e la perpendicolare B C piedi 9. bisogna ritrovare la proporzione, che ha l' acqua, che passa per B C, all' acqua, che passa in tempo eguale per A B. Si multiplichi 25. per 9., il prodotto sarà 225. la radice quadrata del quale sarà 15. perciò la proporzione della velocità B E alla velocità D B, sarà come 25. a 15. (essendo il 15. medio proporzionale fra 25. e 9.) o pure come 5. a 3. se dunque B E, si supponga essere 5. sarà B D 3. fatto il cubo del primo termine 5. cioè 125. e del secondo 3. cioè 27. sarà la proporzione dell' acqua, che passa per A B all' acqua che passa per C B, come 125. a 27. e questi numeri si potranno chiamare numeri cubici dell' acque correnti, i quali spesso verranno in uso.

Fig. 26.

Corollario IV.

Ma se le larghezze non siano eguali, ma eguali l' altezze, è chiaro essere le quantità dell' acque fra loro, come le larghezze, imperocchè i cilindrici sarebbero nella medesima base, essendo dell' eguali perpendicolari eguali le velocità massime, e in conseguenza fra loro, come l' altezze, cioè come le larghezze delle sezioni.

Corollario V.

Se poi nè le larghezze, nè l' altezze saranno eguali; perchè tutti i cilindrici hanno fra loro la proporzione composta della proporzione delle basi, e della proporzione dell' altezze, sarà la proporzione dell' acqua, all' acqua, composta della proporzione della larghezza della prima sezione, alla larghezza della seconda, e della triplicata della media velocità nella prima sezione, alla velocità media nella seconda sezione; di quì è, che se si fanno i cubi dell' acque, che passano per l' una, e l' altra sezione, e colla proporzione di essi si componga la proporzione delle larghezze, che hanno le sezioni, sarà la risultante proporzione la medesima che quella dell'acque Come per esempio, se il cubo della prima sezione sia 125 e della seconda 27. e la larghezza della prima sezione, alla larghezza della seconda stia come 3. a 1. si faccia come 3. a 1. così 27. a un altro numero 9. sarà la proporzione di 125. a 9. quella che ha l' acqua, che passa per la prima sezione, all' acqua, che in egual tempo passa per la seconda.

Cavaler. Geom. lib. 2. prop. 34 Corol. 4.

PROPOSIZIONE VI.

Segare una parabola terminata con una ordinata all' asse in maniera, che tutta la parabola alla segata abbia una data proporzione.

Fig. 24.

Sia la parabola A B D da segarsi con una linea ordinata all' asse A B di maniera, che la parabola A B D alla parabola tagliata alla cima v. gr. A C E abbia la medesima proporzione di F ad H Fra F ed H si trovino due medie proporzionali (le quali benchè non possano trovarsi geometricamente col mezzo de' luoghi piani, almeno potranno trovarsi per i luoghi solidi, e per le linee organiche, e ancora da numeri per approssimazione) e siano queste le rette G, I, e come F a G, così si faccia B D ad un' altra v. gr. C E, e si faccia come il quadrato D B al quadrato C E, così B A ad A C, e per C si applichi ordinatamente C E, la quale arriverà alla parabola. Dico la parabola A B D, esser segata in maniera, che alla parabola A C E averà la medesima proporzione, che F ad H.

Perchè la parabola A B D alla parabola A C E ha proporzione triplicata di B D a C E, e B D a C E sta come F a G, sarà la proporzione della parabola A B D alla parabola A C E triplicata di quella d' F a G, ma ancora F ad H è in tripla proporzione di F a G; adunque la parabola A B D, alla parabola A C E sta come F ad H. Il che ec.

SCOLIO I.

Che se si dovesse accrescere la parabola A C E secondo la data proporzione d' H ad F, il che più spesso suole accadere nella misura dell' acque, ritrovate come sopra le medie proporzionali I, G, e prolungato l' asse indeterminatamente, si faccia come H ad I, così E C ad un' altra v. gr. B D, e come il quadrato C E al quadrato B D, così si faccia A C ad A B, e dal punto B, si applichi l' ordinata B D, che arriverà alla parabola; imperocchè i quadrati C E, B D sono fra loro come A C ad A B, laonde continovata la linea parabolica A E, passerà per D, e sarà la parabola C A E, al-

alla parabola A B D, come H ad F, il che facilmente ſi potrà dimoſtrare col metodo della precedente dimoſtrazione.

SCOLIO II.

E ſe ſi doveſſe ſegare la parabola, in maniera, che la parabola tagliata dal vertice, al rimanente ſpazio parabolico, aveſſe la medeſima proporzione v. gr. di F ad H, facilmente, per le coſe di ſopra dimoſtrate, ciò ſi potrebbe fare: poichè diviſa la parabola A B D, in maniera, che tutta l'A B D, alla ſegata A C E abbia la medeſima proporzione d'F inſieme con H, ad F, ſarà fatto quello, che ſi cerca; imperocchè la parabola A B D alla parabola A C E, eſſendo come F H, ad F, ſarà dividendo, come lo ſpazio C B D E, alla parabola A C E, così H ad F, ovvero come la parabola allo ſpazio, così F ad H.

PROPOSIZIONE VII.

Data una quantità d'acqua corrente in un canale orizzontale per una ſezione d'una data altezza, e larghezza, e data la larghezza d'un altra ſezione ritrovare l'altezza della medeſima acqua nella ſeconda ſezione.

Sia la ſezione del canale orizzontale C E la lunghezza del quale D E. e l'altezza D C, e ſia G H la larghezza dell' altra ſezione nel medeſimo canale, ovvero della medeſima ſorte, biſogna ritrovare l' altezza che farà l'acqua corrente per la ſezione C E, nella ſezione F H.

Fig. 28. e 29.

E perchè la quantità dell'acqua, che paſſa per l'una, e l'altra ſezione, è la medeſima, ſaranno ancora i compleſſi delle velocità d'ambedue le ſezioni fra loro eguali. Sia pertanto il compleſſo di tutte le velocità della ſezione C E il cilindrico C E I, e quello della ſeconda ſezione F H, ſia il cilindrico F H K, e perchè le baſi, e l'altezze de' cilindrici eguali ſi riſpondono reciprocamente all'altezze, ſarà come la parabola C D I, alla parabola F G K, così G H, a D E, ma è data la proporzione di G H, a D E, adunque ſarà data altresì la proporzione della parabola C D I alla parabola F G K; ſi seghi pertanto la parabola C D I di maniera, che tutta la parabola C D I (quale è data, perchè è data l'altezza C D) alla parabola C L M, abbia la medeſima proporzione, che la parabola C D I, alla parabola F G K, e la ſemiordinata, che ſega, ſia la retta L M, ſarà dunque la parabola C L M, l'iſteſſa che la parabola F G K; e conſeguentemente la C L ſarà eguale ad F G altezza ricercata. Il che ec.

Cavaler. Geom. lib 2. prop. 34 Corol. 4.

Corollario I.

E perchè ſi aſſegna la proporzione di C D a C L; ſi aſſegnerà ancora la ſua ſudduplicata D I a G K, cioè la proporzione delle velocità maſſime, o medie.

Co-

Corollario II.

Dal progresso di questa dimostrazione, si fa manifesto, che se in vece della larghezza G H nella seconda sezione, si assegnasse l'altezza F G, potrebbesi ritrovare e la proporzione delle velocità, e la larghezza della seconda sezione, poichè data la proporzione dell' altezze, si dà ancora la proporzione delle velocità, le quali se si esprimono in linee come D I, G K; con multiplicare due terzi dell' un, e l' altra, colla sua altezza, o asse, si averà la misura dell' una, e l'altra parabola; laonde si darà ancora la proporzione della parabola F G K, alla parabola C D I, ma come la parabola F G K alla parabola C D I, così la D E larghezza della prima sezione, a G H larghezza della seconda: ed è D E data, dunque sarà data ancora G H.

Corollario III.

Similmente, se in vece della larghezza, o dell'altezza della seconda sezione, si assegnerà la proporzione, che hanno fra loro le medie, o massime velocità dell' una, e dell' altra sezione, si darà ancora l'altezza, e larghezza della seconda sezione; conciossiachè se si faccia, come il quadrato della velocità della prima sezione, al quadrato della velocità della seconda, così C D altezza della prima sezione, ad F G, questa sarà l' altezza della seconda, ritrovata la quale, pel corollario antecedente, sarà ancora ritrovata la larghezza.

Corollario IV.

Dal progresso della dimostrazione apparisce, che essendo la parabola C D I alla parabola F G K in reciproca proporzione delle larghezze G H, D E: ed essendo la proporzione delle parabole C D I, F G K triplicata di quella, che ha D I a G K; ne segue, che le larghezze sono in reciproca triplicata proporzione delle velocità; e che per conseguenza, le medie velocità di diverse sezioni dell' istesso canale orizzontale, sono fra loro in proporzione reciproca suttriplicata delle larghezze, ovvero come le radici cubiche delle larghezze reciprocamente.

PROPOSIZIONE VIII.

Dati due canali orizzontali d'una nota altezza, e larghezza, de' quali uno influisca nell' altro, ritrovare il ricrescimento dell' altezza, che farà il canale influente, sopra all' altezza dell' altro.

Sia la sezione del canale influente A C, d'una nota altezza viva A B, e di larghezza B C, e la sezione del secondo recipiente sia D E, di cui la viva altezza cognita sia D F, e la larghezza F E, bisogna ritrovare l'altezza che aggiugne l' acqua della sezione A C, all' altezza della sezione D E, se l' una, e l' altra acqua insieme scorra per la sezione H E. *Fig.* 30. *e* 31.

Fra le A B, D F, si trovi la media proporzionale G, sarà pel corolla-

 rio

rio 5.prop.5 la proporzione dell'acqua A C all'acqua D E composta della triplicata di A B, a G, e di B C ad F E. Adunque sarà nota la proporzione dell'acque A C, D E, laonde se l'acqua A C, s'intenda aggiunta all'acqua D E, dimanierachè insieme facciano la sezione H E, sarà nota la proporzione dell'acqua H E, all'acqua D E. Sicchè essendo le quantità dell'acqua fra loro in proporzione triplicata delle medie velocità, saranno le velocità medie fra loro in proporzone subtriplicata delle quantità dell'acque, ovvero come le radici cube delle medesime quantità. Siano dunque queste radici cube K, M; adunque come M a K, così la velocità media dell'acqua D E alla velocità media dell'acqua H E, ma le velocità medie sono fra loro in proporzione sudduplicata dell'altezze, e l'altezze fra loro in duplicata delle velocità; adunque se si aggiugnerà la terza proporzionale N, sarà M ad N, ovvero il quadrato M al quadrato K, come l'altezza F D all'altezza F H, e perciò l'eccesso D H sarà il ricercato ricrescimento dell'altezze. Il che ec.

S C O L I O.

L'altezza H D s'intende per l'eccesso della seconda altezza F H sopra alla prima F D, avanti l'ingresso dell'acqua A C; non già per l'altezza, sotto la quale scorre l'acqua A C nella sezione H E; poichè il metodo per ritrovare questa, è differente.

Corollario I.

Dal modo col quale, si è ritrovato l'eccesso H D, è chiaro il metodo di ritrovare il converso del problema, cioè, data l'altezza viva, che fa l'acqua, che d'un canale orizzontale entra in un altro canale orizzontale d'una nota altezza, e larghezza, ritrovare la proporzione dell'acqua influente, all'acqua del canale, nel quale influisce.

Corollario II.

E se inoltre sia nota la larghezza d'un canale influente, si troverà l'altezza viva del medesimo, e se sarà nota l'altezza si ritroverà la larghezza.

Corollario III.

Quanto si è detto intorno all'accrescimento dell'altezza, ancora vale pel decrescimento, mediante l'esito, o derivamento dell'acqua del canale orizzontale, e così data la proporzione dell'acqua, che esce a quella, che rimane, si darà il decrescimento dell'altezza, e dato il decrescimento dell'altezza, sarà ancora data la proporzione dell'acqua, che esce, a quella che rimane; di quì è, che se l'acqua, che esce sarà d'una quantità nota, sarà parimente nota la quantità dell'acqua rimanente, dell'una, e dell'altra insieme.

Co-

Corollario IV.

Similmente, quel che è detto dell' ingreſſo, e dell' eſcita dell' acqua, per altri canali orizzontali, ſerve ancora per l'accreſcimento d' un canale cagionato da qualſivoglia cauſa, o dalle pioggie, o dal maggior gonfiamento delle ſorgenti, o de' laghi ec. come da per ſe ſteſſo appariſce.

PROPOSIZIONE IX.

Dividere qualſivoglia ſezione d' un canale orizzontale in maniera, che dalle parti eſca l'acqua in una data proporzione.

Sia la ſezione A D, e la ſua altezza A B, biſogna dividerla v. gr. in tre parti A H. E I. F D; di maniera, che l'acqua, che paſſa per A H, all'acqua, che paſſa per E I abbia la medeſima proporzione, che ha L ad M, e l'acqua, che paſſa per E I, all' acqua per F D, ſia come O a P. *Fig. 32.*

Si faccia come O a P, così M ad N, e s' intenda L l'acqua, che paſſa per A H, ſarà M l'acqua che paſſa per E I, ed N quella, che paſſa per F D, e perciò tutta l' L N ſarà l'acqua che paſſa per l'intera ſezione A D. Dipoi coll' aſſe A B ſi deſcriva la parabola B A K, e ſi divida pel coroll. 2. della prop. 6. nelle parti, che abbiano la medeſima proporzione di L ad M, e d' M ad N, e ſiano A E G. E F X G. F B K X. e ſia la diviſione fatta per le ſemiordinate E G. F X, le quali convengano coll' aſſe ne' punti E. F, e per eſſi ſi tirino E H. F I, parallele all' una. o all' altra A C. B D, dico che l'acqua per A H all'acqua per E I, averà la medeſima proporzione, che L ad M, e che l' acqua per E I all' acqua per F D, averà la medeſima proporzione di M ad N, o di O a P.

Concioſſiachè A E G. E F X G. F B K X ſono il compleſſo delle velocità dell' acque, che paſſano per le parti della perpendicolare A E. E F. F B; ſaranno per la conſtruzione i compleſſi delle velocità delle parti ſegate A E. E F. F B fra loro, come L. M. N, ma nelle ſezioni d' eguale larghezza i compleſſi delle velocità ſono fra loro, come le quantità dell' acque, ed è la medeſima, o eguale la larghezza delle ſezioni A H. E I. F D, adunque le quantità dell' acque per A H. E I. F D, ſaranno fra loro, come L. M. N, Il che ec. *prop. ul. del 1. di queſto.*

Corollario.

Da queſta propoſizione ſi fa manifeſto, che ſe ſi darà la proporzione, che ha l' acqua d' un canale influente, all' acqua d' un canale recipiente, di cui parlammo all' ottava Propoſizione, ſi potrà ritrovare l' altezza colla quale ſcorre l'acqua del canale influente, o altr' acqua di mole ad eſſa eguale, nella ſuperior parte della ſezione, intorno al che ſi è trattato nello ſcolio dell' ottava Propoſizione. Concioſſiachè ſe ſi divida la parabola ſecondo la proporzione, che ha l'acqua influente, all' acqua d' un canale recipiente, ſarà l' aſſe della parabola ſegata alla cima v. gr. A E, l' altezza ricercata; e queſta neceſſariamente ne' canali orizzontali ſempre è maggiore dell' eccesſo dell' altezza ricreſciuta ſopra alla prima, perchè ricreſciuta l' altezza, creſce ancora la velocità dell' acqua fra E, e B, e l' altezza diminui-

ſce

fce, fecondo la proporzione dell'aggiunta velocità, ma il decrefcimento della prima altezza è compenfato dall'altezza A E, la quale effendo fempre maggiore, forma l'eccesso, intorno al quale fi è trattato nella Prop. 8. Vedi ciò che fi è notato alla Propofizione 10. lib. 1.

PROPOSIZIONE X.

Data la perpendicolare, o l'altezza viva di qualche fezione, e la larghezza della medefima in un canale orizzontale, ritrovare la quantità affoluta, e determinata dell'acqua, che paffa in un dato tempo per una data fezione.

Sia la data altezza viva A B in qualche fezione d'un canale orizzontale: *Fig. 24.* bifogna ritrovare la quantità affoluta dell'acqua, cioè corrente in una determinata mifura, nel dato tempo, per la fezione, la perpendicolare della quale è A B.

Si ritrovi, per la 3. di quefto, in A C il centro della velocità media, il quale fia C, farà dunque A C 4. nove parti di tutta l'A B, e perchè tutta l'A B v. gr. è data di piedi 9 ancora A C farà data di piedi 4. dunque per la Prop. 8. del lib. 2., o per la tavola, che a fuo luogo fi darà, quando l'averemo ridotta ad una fomma efattezza, fi trovi lo fpazio, che fi conviene alla velocità dell'acqua fotto l'altezza A C, la quale v gr. fi fupponga effere piedi 120. in un minuto, farà dunque C E piedi 120 la quale fe fi multiplicherà per tutta l'A B di piedi 9. il prodotto 1080. farà la mifura della parabola B A D, o del rettangolo contenuto da B A . C E, che fe di nuovo fi multiplicherà per la larghezza della fezione v gr. di piedi 10 il folido che di lì ne refulta 108000 farà la quantità dell'acqua che paffa in un minuto in piedi cubi per la fezione data. Lo fteffo fegue, fe fi multiplicherà l'area della fezione per lo fpazio, che fi conviene alla velocità. Adunque da quel che fi è detto, è chiaro, quefta effere la vera mifura, perchè fe tutte le parti dell'acqua, che fi ritrovano nella fezione, o nella perpendicolare A B fcorreffero colla velocità C E atta a fcorrere in un minuto piedi 120. ne refulterebbe un prifma retto, la bafe di cui farebbe la data fezione, e la lunghezza piedi 120. e la folidità di quefto prifma fi ha multiplicando fcambievolmente le tre dimenfioni.

Corollario.

E perchè, per la Propofizione 5. fi dà la proporzione dell'acque correnti per le date fezioni di canali orizzontali, ne fegue che fe farà efattamente determinata una mifura d'acqua in una fezione, il che fi può avere ancora con particolare efperienza più, e più volte riprovata; ne fegue dico, che fi poffa avere determinata precifamente in qualunque altra fezione, come, fe fi fupponga, la quantità dell'acqua, che fcorre in un minuto di tempo per una fezione, la perpendicolare della quale è A B effere 10800. piedi cubi, e fia il cubo dell'acqua in quefta fezione, al cubo dell'acqua nell'altra, come 1 a 27. fi farà per la regola aurea, come 1 a 27 così 10800. a 291600. e quefto farà il numero de' piedi cubi correnti in un minuto folo di tempo per la feconda fezione.

LIBRO IV.

Nel quale ſi tratta della miſura dell' acque correnti ne' Canali inclinati uniti in qualunque modo.

Aſſioma.

L'Acqua non può avere nel ſuo corſo, eccettuata la violenza, maggior velocità, di quella, che averebbe, ſe ſolo diſcendeſſe liberamente per la linea perpendicolare, levato ogni impedimento.

Queſta propoſizione è certa, eſſendo che la velocità del corſo depende dalla gravità dell' acqua, e queſta impiega la ſua maſſima forza nella linea tendente al centro de' gravi, cioè nella perpendicolare; e perciò a ragione ſi può prendere come aſſioma.

DEFINIZIONI.

I. *Velocità intera* dell' acqua corrente è queſla, che averebbe l' acqua in un punto d'un canale, o perpendicolare ec. ſe dal principio del canale fin lì diſcendeſſe ſenza alcuna reſiſtenza.

II. *Velocità ritardata*, *o reſidua*, è quella, che ha realmente l' acqua nel diſcendere, quando è minore dell' intera velocità; ovvero è l' intera velocità, mancante di quella, che vien levata all' acqua corrente dagl' impedimenti, nel diſcendere.

III. *La velocità perduta* è la differenza tra la velocità intera, e la ritardata, ovvero è quella porzione di velocità, che è di tanto in tanto levata all' acqua corrente dagl' impedimenti.

IV Dalle ineguali velocità delle dette tre ſpecie in una perpendicolare di

di qualche ſezione, ovvero nella ſezione medeſima ſi può comporre una media velocità, ſecondo il ſenſo della ſettima Definizione del Libro primo, e ſi dirà *media velocità intera*, *media velocità ritardata*, *media velocità perduta* d' una perpendicolare, o d' una ſezione.

V. *La perpendicolare all' orizzonte di qualche ſezione* è la retta linea perpendicolare all' orizzontale, tirata dal fondo della ſezione.

VI. *La perpendicolare d' una ſezione* è la linea tirata nel piano della ſezione perpendicolare al fondo, la quale ſe rimane alla ſuperficie dell' acqua, altrove ſi è chiamata altezza dell' acqua.

VII. *Prima ſezione di qualche canale*, è quella, che avanti l' altre riceve tutta l' acqua, che dee ſcorrere pel canale, ovvero è quella, che è più alta di tutte l' altre, che poſſono darſi in uno ſteſſo alveo, per la quale ſcorre eguale quantità d' acqua, che per le inferiori. Come, ſe ſi ſupponga S O B A eſſere qualche conſerva, o ſtagno, in cui l' acqua ſia livellata fino all' orizzonte S A, e B E il canale pel quale debba ſcorrere l' acqua, ſarà S principio del canale, ſecondo il ſenſo della quarta Definizione del Libro ſecondo, e B prima ſezione, perchè per eſſa primieramente paſſa tutta l' acqua, che ſi cava dalla conſerva, l' altre poi ſotto B ſi chiamino ſezioni ſeconde, o inferiori, le quali ſi vanno diſtinguendo ſecondo la diſtanza diverſa dal principio del canale S. E così B A ſi chiama perpendicolare all' orizzonte della ſezione B, e B C perpendicolare prolungata della ſezione, e ſuppoſto che M ſia la ſuperficie dell' acqua nella ſezione B, chiamiamo B M ſemplicemente perpendicolare della ſezione, ovvero altezza dell' acqua nella ſezione.

Fig. 39.

PROPOSIZIONE I.

Ne' canali inclinati liberamente correnti, che hanno nel diſcendere l' intera velocità, l' altezza dell' acqua non creſce velocità.

Sia il canale inclinato A D, e il ſuo principio A, e l' altezza della ſezione D E, la velocità della quale ſia intera, e da D ſi eregga la D F perpendicolare all' orizzontale della ſezione C D, e terminata alla ſuperficie dell' acqua. Dico che l' altezza D F non accreſce la velocità della perpendicolare, o della ſezione D E.

Imperocchè per A tiriſi l' A C perpendicolare all' orizzontale C D, e preſi in D E, qualſivogliano punti v. gr. H ec. per H ſi tiri H I parallela a C D, e H G parallela a D F, e terminata in G alla ſuperficie dell' acqua.

Fig. 33.

E perchè per ſuppoſto, l' acqua in D ha l' intera velocità, tanto in D, che in C ſarà la medeſima velocità. adunque ſe l' altezza F D creſceſſe la velocità D, ſarebbe la velocità in D maggior della velocità in C; adunque l' acqua D più velocemente ſcorrerebbe per lo piano inclinato A D, che per la perpendicolare A C, mantenendoſi pure la medeſima ſceſa A C. Similmente, ſe l' altezza G H, creſceſſe la velocità H, ſarebbe la velocità in H maggiore della velocità in I, e conſeguentemente l' acqua H più velocemente ſcorrerebbe, che ſe diſcendeſſe per A I. La medeſima ragione ſerve per tutte le parti dell' acqua nella perpendicolare D E; adunque tutta l' acqua D E, più velocemente ſcorrerebbe per lo piano inclinato A D, che per la perpendicolare A C, il che è impoſſibile per l' Aſſioma di queſto Libro, adunque le perpendicolari F D. G H ec. non accreſcono velocità. Il che ec.

Torricel. de motu grav. prop. 5.

Co-

Corollario I.

Perchè dunque niuna perpendicolare, o altezza F D, minore dell'altezze A C cresce la velocità D, ne segue, la pressione dell'acqua, che di sopra fa forza, non agire contra la velocità, quando la velocità dell' inferiore per altro, è maggiore di quel, che possa imprimere la pressione superiore.

Corollario II.

Ma se l'altezza F D fosse eguale ad A C, o operì la pressione cessando la velocità acquistata per A D, o no (rimanendo la medesima velocità, e dalla medesima cagione) ne segue, che la velocità del punto D in questo caso, si può pigliare indistintamente, o dall'altezza F D, o dalla discesa per A D, secondo la perpendicolare A C.

Corollario III.

Che se l'altezza F D superasse la perpendicolare A C, in questo caso, perchè la superficie dell'acqua da se stessa si livella alla linea orizzontale, proporzionalmente si alzerà il principio del canale A v. gr. in L, e la velocità si doverà misurare dalla scesa per la L D.

Corollario IV.

E perciò l'altezza v. gr. M D, potrà accrescere la velocità D, se ella prima sarà tanta, quanta solo si conviene alla discesa per A D; imperciocchè, o cresca a causa della maggior discesa L D, o L O, ovvero a causa dell'altezza M D, è la medesima cosa, essendo che M D, L O siano eguali.

Corollario V.

Adunque generalmente l'altezza dell'acqua in qualche sezione, non aggiugne velocità alle parti inferiori, se non hanno minore velocità di quella, che l'altezza dell'acqua può imprimere sopra al fondo della sezione.

SCOLIO.

E di quì si cava la ragione, perchè l'acque ne' canali orizzontali scorrono colla sola velocità proveniente dalla pressione, ma ne' canali perpendicolari, e inclinati colla sola velocità dependente dalla inclinazione dell' alveo, cioè perchè in quelli l'acqua inferiore nella sezione, non ha velocità, e per conseguenza minore di quella, che ad essa può contribuire l' altezza dell' acqua premente; ma in questi l'acqua inferiore, quanto comporta sua natura fluisce, con maggior velocità di quel, che le possa contribuire l' altez-

tez-

tezza, e in questo caso l'altezza depende dalla condizione della velocità, non la velocità dalla quantità dell'altezza, come negli orizzontali; il simile segue nelle fonti, nelle quali le sezioni verticali degli spilli, e le loro altezze perpendicolari all' orizzonte non influiscono nella velocità, o siano gli spilli orizzontali, o in qualsivoglia modo inclinati.

PROPOSIZIONE II.

Supposte le stesse cose, se per di sopra si chiuderà qualche poco la sezione, l'altezza dell'acqua nella perpendicolare della sezione tanto crescerà, che o supererà l'impedimento, e scorrerà di sopra, o tanto supererà l' orizzontale tirata dal principio dell' alveo.

Poichè nel canale inclinato A D si chiugga per disopra parte dell' altezza della sezione D E, e sia la chiusa H E, e si continui l' impedimento, che ritiene l'acqua, fino in Q, sotto l'orizzontale A N; Dico che l' acqua crescerà fino all'orizzontale K Q talchè potrà scorrere sopra all' impedimento H Q, e se lo stesso impedimento, per di sopra si continui, di maniera che possa contenere tutta l'altezza ricresciuta. Dico che l' acqua solo ascenderà tanto, che superi l' orizzontale tirata dal principio dell' alveo. *Fig. 33.*

Imperocchè diminuita l'altezza della sezione D E, e conseguentemente la sezione a cagione della chiusa H E, è impossibile, che scorra per la stessa sezione D H la medesima quantità d'acqua, che per l' avanti scorreva colla medesima velocità per D E. Perchè a volere che scorra dall' una, e l'altra sezione la medesima quantità d'acqua, è necessario, che le velocità siano reciprocamente proporzionali colle sezioni; sicchè qualche porzione si ritarderà; e perchè in tutti i tempi si ritardano altre simili porzioni, queste non solo si stagneranno sopra all'E Q, ma per causa del continuo augumento accresceranno ancora l' altezza. Si supponga dunque l' altezza essere cresciuta fino all'orizzontale K Q. E perchè K Q è fra l' orizzonte A N, sarà A C maggior perpendicolare di K C, laonde la discesa per A C imprimerà maggiore velocità di quella, che possa imprimere la pressione K C; adunque l'altezza K C, o S D non crescerà velocità nella sezione D H; e in conseguenza non sarà cresciuto il flusso dell' acqua dall' altezza D S; dunque tutta la quantità dell' acqua, che sarà retardata, dopo l' acquistata velocità D S, sarà necessitata a scorrere sopra all' impedimento H Q; e nel medesimo modo si dimostrerà, che l'altezza D B non cresce la velocità della sezione D H. Adunque, acciocchè l'altezza possa far crescere la velocità della sezione D H, sarà necessario, che ascenda sopra all'orizzontale. A N. Il che ec. *prop. 3. di questo.*

SCOLIO.

La verità di questa proposizione, che da molti amici, veramente dotti, era tenuta per un paradosso, presi da un comune errore, che faceva loro credere per certo, che le velocità dependessero dall' altezza dell' acqua, almeno in parte, mentre io la dimostrava coll' esperienza alla loro stessa presenza, si osservarono alcuni accidenti, degni d'essere notati, quali io stimo molto a proposito manifestargli in questo luogo

Io feci fare di lama di ferro il vaso parallelepipedo A F, e nella sua faccia d' avanti fu aperto l' emissario L S, e ad esso fu adattato il canale del- *Fig. 34.*

la

la medefima materia, che fi giraffe intorno ad F G, in maniera che poteffe avere diverfe inclinazioni; il quale abbiamo notato colla fola linea S P con fezione verticale, per isfuggire la confufione delle linee, e le fue laterali fponde L S P M tanto erano alte, che impedivano, che l' acqua non ifcorreffe fopra di effe. Nel mezzo di quefto canale fu adattata la cateratta M R ne'fuoi canaletti, acciocchè ella fi poteffe, qualunque volta alzare, e abbaffare. Per la qual cofa inclinato il canale v. gr. in P S, e ferrate accuratamenre tutte le feffure colla cera, fi meffe dell' acqua nel vafo con alcune cannelle torte, che l' attignevano uniformemente da un altro vafo, cioè da una conferva, che ftefle fempre piena d'acqua, acciocchè la quantità dell'acqua tirata sù dalle cannelle in tempi eguali, foffe perpetuamente eguale, ed eguale foffe quella, che efciva dal canale. *Fig.34.*

Quefta dunque cominciò a fcorrere formando la fuperficie, o linea I X N Q, e nella fezione O, l'altezza O N, le quali cofe ftando così, fi lafciò andare la cateratta di maniera, che per l' appunto combagiaffe colla fuperficie dell'acqua; e finchè le cofe fi lafciarono ftar così, non fi vedde mutazione alcuna, ma tramutate le circoftanze fi fcorfero i feguenti accidenti.

I Lafciata immergere la cateratta nell' acqua v. gr. fino in R, l' acqua fra I ed N fi cominciò ad elevare quafi fino all' orizzontale H I B, ma non vi arrivò precifamente; fi alzò però tanto, che arrivò a fuperare quattro, o cinque volte l'altezza del reftante della fezione O R.

II Si cominciò ad elevare l' acqua con tumulto, e agitazione, come fe aveffe ribollito, di maniera che la parte dell'acqua, che paffava per R O lafciò in parte la prima velocità, e cominciò a fcorrere più lentamente, il che manifeftamente fi potè diftinguere dalla diminuzione dell' acqua che fcaturiva da baffo ful piano inclinato, dalla qual cofa fu facile il dedurre, che la velocità dell'acqua acquiftata nel difcendere, a caufa de' moti irregolari derivati d'altronde, come da impedimenti, refleffioni, vortici ec. patifce alterazione, e diminuzione confiderabile.

III Sollevatafi l'acqua fino all'orizzontale D X C termine dell'elevazione, quì fi quietò; e effendo che quel tumulto appoco, appoco ceffaffe, crefcendo l'alzamento, cominciò parimente a farfi maggiore l'ampiezza dell' acqua cadente, di maniera che primieramente tornò all' ampiezza di prima, e di poi ancora pervenne a maggiore.

IV. E ftando in quefto ftato le cofe, aggiunta l'acqua d' una cannella, di nuovo fi rialzò anco più la fuperficie, fino all'altro termine fuperiore, e di nuovo fi offervarono le cofe ftefle, che furono offervate nel fecondo, e terzo cafo.

V Di nuovo rialzata la cateratta, di maniera che l'acqua ritenuta fcorreffe, e ritornata l'acqua alla fua natural fuperficie I G N Q, di nuovo fi lafciò andare la cateratta fino al combagiamento di effa; fatto quefto, aggiunta l'acqua d' un altro fifone nel vafo A F, fi offervò le ftefle cofe, che fopra furono offervate, quando fu lafciata andare la cateratta fotto la fuperficie dell' acqua.

VI Tutte quefte cofe in contrario proporzionatamente fi offervarono (rimoffo il fifone aggiunto di prima, e alzata la cateratta, e di nuovo lafciata andare come prima) per la fola aggiunta di piccoliffima quantità d' acqua v. gr. d' un'oncia, o due, anzi folamente di tanta, quanta fi contiene da un cucchiajo, la quale fi verfaffe immediatamente fopra alla fezione O R.

VII Anzi lo fteffo appunto accadeva fenza alcuno accrefcimento d' acqua, folamente col ritardare la velocità dell' acqua fra S O, o con una maz-

mazza, o con un dito, o con una mazza messa nell'acqua, e ancora col solo soffio.

SCOLIO II.

In queste esperienze è da osservarsi, che il sesto, e il settimo fenomeno riconoscono la medesima causa; poichè l' aggiunta dell' acqua, per quanto importa una certa aggiunta non continovata, averebbe dovuto tanto crescere la superficie dell' acqua, quanto richiede la sua mole, cioè pochissimo, ma perchè nell' aggiugner acqua, e in particolare con impeto, come quando si getta l' acqua da alto, si ritarda la velocità del corso, e sempre più se sia causata perturbazione, quindi l' aumento dell' altezza diviene più notabile per questo modo, che nel settimo caso al ritardamento fatto con un dito.

SCOLIO III.

Che poi, nell' addotta esperienza, nel primo fenomeno l' acqua non superasse l' orizzontale H B, come naturalmente doveva accadere, per le cose dimostrate nella passata Proposizione, ciò seguì perchè non era intera la velocità dell' acqua, cioè non era tanta, quanta ne richiedeva la scesa perpendicolare della T O, V R, ma ritardata dalla resistenza causata dal soffregamento del fondo, e delle sponde, la qual cosa non si può fuggire in tutto, nè pure per mezzo d' alcuno artificio; e ne' canali inclinati, è d' una grande importanza.

Contuttociò esporremo più sotto alla Prop. 10. Lib. 5. il metodo di ritrovare la proporzione, che ha questo impedimento, o piuttosto questa velocità ritardata, all' intera velocità.

PROPOSIZIONE III.

Supposte le stesse cose, e accresciuta l' altezza dell' acqua, di maniera che finalmente sempre rimanga nel medesimo stato. Dico che per la minor sezione H D, passerà la medesima quantità d'acqua, che passava prima per l'intera sezione D E.

Fig. 33. Conciossiachè cresciuta l' altezza dell' acqua fino ad M L sopra all' orizzontale A N, perchè pel canale A D passa la medesima quantità d' acqua di prima, se fosse maggiore la quantità dell' acqua, che passa per la sezione D H, di quella, che passava per l' avanti per la sezione D E, maggior quantità d' acqua si trarrebbe, di quella che fosse somministrata dal canale; adunque l' orizzontale M L discenderebbe, il che è contrario al supposto; e se minore fosse la quantità dell' acqua, che passa per la minor sezione D H di quella che passava per la maggiore, trattenendosi allora qualche porzione d' acqua la superficie M L s' alzerebbe; il che pure è contrario al supposto; sicchè, non passando, nè maggiore, nè minore quantità d' acqua, passerà l' istessa per la sezione H D, di quella che passava per la sezione D E. Il che ec.

PRO-

PROPOSIZIONE IV.

In un canale inclinato, se l'acqua scorra facendo nella data sezione una determinata altezza, sopra alla quale si serri dalla parte di sopra indefinitamente la sezione; e le sponde del canale siano tant'alte, che possano contenere tutta l'altezza dell'acqua, e s'intenda ritardata la velocità dell'acqua, si alzerà la superficie dell'acqua fino all'orizzontale per lo principio dell'alveo.

Nel canale inclinato A D scorra l'acqua facendo nella sezione D l'altezza D E, e da E s'intenda per di sopra continuato l'impedimento E P che chiuda, e il rimanente, che è supposto nella proposizione, e s'intenda a causa della chiusa essere ritardata la velocità, di maniera che non possa più passare l'acqua per la sezione D E colla sua prima velocità. Dico che la superficie dell'acqua s'alzerà tanto, che arriverà all'orizzontale A N per lo principio dell'alveo. *Fig. 33.*

Poichè essendo ritardata la velocità nella sezione D E, non passerà per D E tant'acqua, quanta ne passava prima; laonde in tutti i tempi sarà trattenuta qualche porzione d'acqua fra A ed E P, adunque dall'essere trattenuta continuatamente ciascuna porzione dell'acqua, sempre più, e più s'alzerà la superficie dell'acqua; finchè l'altezza sopra alla luce, o sezione D E non divenga tale, che possa restituire la perduta velocità; ma solo l'elevazione fino all'orizzontale A N può restituire la primiera velocità; conciosiachè la primiera velocità, essendo che era l'intera, era quella, che conviene alle perpendicolari B D. N H, ed è la medesima, che alla sezione D E viene impressa dall'elevazione, della superficie A N; adunque l'acqua si eleverà fino all'orizzontale A N per lo principio dell'alveo, nè si alzerà di più, imperocchè crescerebbe la velocità nella sezione, ed in conseguenza maggior quantità d'acqua escirebbe per la sezione D E; di quella che conducesse il canale A D, e così la superficie di nuovo si riabbasserebbe all'orizzontale A N, nè si abbasserà più, imperocchè la minore altezza non imprime la velocità dovuta alla maggior discesa. Il che ec.

Corollario.

Di quì è chiaro, che se il ritardamento cessasse prima, che fosse seguita l'elevazione fino all'orizzontale, per lo principio dell'alveo, cesserebbe ancora l'elevazione, che si fermerebbe in quello stato, laonde acciocchè sia vera la proposizione, bisogna, che duri il ritardamento, almeno fino all'elevazione predetta.

PROPOSIZIONE V.

Poste le stesse cose, come nella seconda proposizione, Dico che le velocità fra D, ed H fra loro, averanno proporzioni tali, che il punto D abbia la velocità che gli è contribuita dall'altezza D M, il punto H quella, che gli dà l'altezza H R, di maniera che il complesso delle velocità fra D, ed H, sia nello spazio parabolico, la cui cima sia P. *Fig. 33.*

Imperocchè in D non può essere maggior velocità di quella, che vi im-

prima l'altezza M D, non essendovi causa che ve ne sia impressa maggiore, poichè l' accelerazione pel canale A D, ò più tosto L D non ne può contribuire di più, come da per se stesso è manifesto, similmente nè meno può essere minore, essendo che la pressione M D non permetta questa minore velocità, se dunque nè minore, nè maggiore è la velocità in D di quella, che le vien data dall'altezza M D; è necessario che sia eguale. Similmente si dimostrerà, che la velocità H è quella, che imprime l' altezza R H, e l'istesso si dimostrerà dell'altre velocità fra D, ed H, rispetto alle sue perpendicolari fino alla superficie dell' acqua L D, Ritrovata dunque la parabola, che sia la misura di queste velocità, cioè P T V, si tirino le D V. H I semiordinate, e si faccia lo spazio parabolico D H T V, che sarà il complesso delle velocità della perpendicolare D H. Il che ec.

prop.15 11. di questo Coroll. prop. 5 di questa

SCOLIO I.

Lo stesso si può dimostrare, benchè non sia serrata la sezione, ma solo ritardata la velocità, secondo le cose supposte nella quarta proposizone, essendo la medesima dimostrazione.

SCOLIO II.

E perchè l' elevazione della superficie L P accresce ancora la lunghezza del canale prolungato per di sopra il principio in L secondo il senso della quarta definizione del lib. 2. è chiaro che l' altezza M D, e la discesa per L A D, imprime i medesimi gradi di velocità alla sezione D, e di più che il canale diviene, come un vaso chiuso L A D E P, la luce del quale è H, e che ad esso è somministrata l'acqua in maniera, che conserva la stessa superficie L P; sicchè da questo capo ancora si deduce le velocità D. H avere tra loro tali proporzioni, che vengono nello spazio parabolico predetto, per le cose dimostrate nel secondo libro.

Corollario I.

prop. 3. di questo prop.13. di questa

Tirata adunque per X la parabola D X Y, e le sue semiordinate D Y. E &, sarà lo spazio parabolico D F & Y complesso delle velocità della perpendicolare D E, eguale allo spazio parabolico D H T V complesso delle velocità della perpendicolare D H, imperocchè essendo eguali le quantità dell'acqua; ancora i complessi delle velocità saranno eguali.

Corollario II.

prop. 7. 11 di questo prop. 8. del med. prop. 4. d. l. 2. di questo.

Adunque se si faranno sopra D E. D H, i rettangoli eguali agli spazj parabolici, saranno i lati rimanenti, ovvero le loro altezze le medie velocità, e ritrovato il centro della velocità della perpendicolare E D v. gr. H, si faccia come il quadrato della media velocità della perpendicolare D H, al quadrato della velocità media della perpendicolare D E, così X H a P 2, sarà 2 il centro della velocità della perpendicolare D H, essendochè le medie velocità siano parallele, o eguali alle linee paraboliche, saranno gli assi fra loro in duplicata proporzione delle massime ordinate.

SCO-

SCOLIO II.

E perchè per ritrovare il centro della velocità, bisogna, che sia nota l'altezza dell'asse D X, come s'è detto nella prop 8. del lib 2. ricercando ciò la quadratura dello spazio parabolico, come nella 7 prop. del medesimo, e di più per ritrovare l'altezza dell'asse, nella maniera, che nella 6 prop del medesimo si ritrova, bisogna che sia nota la proporzione delle semiordinate massima, e minima, o pure nel nostro caso, quella della velocità della superficie, e del fondo, la quale se si ricercherà coll'esperienza v. gr. col pendolo, non è certissima, potendo essere le velocità ritardate, e conseguentemente turbata l'astratta proporzione di esse, dovuta alla discesa, si potrebbe dubitare nel caso del precedente corollario, se sia ritrovato bene il centro della velocità, ma contuttociò, perchè la proporzione delle velocità si può trovare per altri versi, come per esempio dalla lunghezza del canale, e dal l'angolo dell'inclinazione, ed ancora colle livellazioni fatte diligentemente, coll'instrumento in particolare del celebre Montanari di felice memoria, già mio maestro, pel mezzo delle quali cose, può aversi la distanza della linea orizzontale per lo principio dell'alveo, dal fondo della sezione, v. gr. B D, e di quì di D X, si averà il centro della velocità, e di poi tutte le altre cose dedotte nel corollario precedente.

Corollario III.

Laonde se sarà noto l'angolo dell'inclinazione del canale, al quale è eguale l'angolo B D X, oppure 3. 2. P; essendo noto l'angolo P 3. 2. retto, e il lato P 2; sarà anco manifesta trigonometricamente la quantità della perpendicolare 3 2, cioè l'altezza dell'acqua, sopra il centro della velocità della perpendicolare D H.

PROPOSIZIONE VI.

Se si infonda dell'acqua in una conserva per mezzo d'un canale perpendicolare influente, e sia la quantità influente maggiore della quantità di quell'acqua, che può escire dalla sezione, o luce data, con quella velocità, che si conviene alla caicata dal principio del canale influente fino alla luce; l'acqua nella conserva ascenderà tanto, che superi l'altezza del canale influente.

Sia la conserva C B D, e il canale perpendicolare influente in essa A B, il principio del quale A, e sia in B la velocità del cadente intera, e l'apertura B non sia sufficiente a metter fuori tutta l'acqua, che gli vien somministrata dal cadente A B. Dico che l'acqua nella conserva si alzerà sopra al principio A del cadente. *Fig 35.*

Si continui la conserva fino alla cima del canale influente, e perchè in questo stato l'altezza della conserva non può imprimere maggior velocità di quella, che si conviene alla discesa perpendicolare A B, e la velocità, che a questa si conviene, cioè l'intera, non è tanta sicchè possa tutta l'acqua scorrere per l'apertura B, dunque, o traboccherà sopra alle sponde del canale; ovvero, continuato esso canale, acquisterà tant' altezza, di maniera che potrà spingere tutta l'acqua per B,

colla ricercata velocità. Cioè più alto salirà che A. Il che ec.

Corollario I.

Di qui ne segue che se sarà l'apertura B proporzionata all' intera velocità B, cioè se la luce B alla sezione del cadente in M, sarà in reciproca proporzione della velocità M, alla velocità B, non si tratterrà alcuna porzione d' acqua nella conserva, ma tutta scorrerà fuori. Lo stesso avverrà, se la luce alla sezione averà maggiore proporzione, che reciprocamente le velocità. Al contrario poi se maggiore sarà la proporzione della velocità M, alla velocità B, di quella, che ha l' apertura B alla sezione M, che è il caso della proposizione pur ora dimostrata.

SCOLIO I.

La velocità M, e la sezione M in questo corollario non si possono intendere nel principio del canale, ma sotto esso, essendo che nel principio la velocità è nulla, e la sezione è infinita; imperocchè nella stessa proporzione dovrebbe essere la velocità B quanta alla velocità A nulla, che la sezione A alla sezione B, ma fra il quanto, e il nulla vi corre una infinita proporzione; adunque ancora dee essere infinita la proporzione della sezione A alla sezione B, quale appunto è quella che passa fra la sezione A infinita, e la sezione B finita.

Corollario II.

Adunque in questo senso, perchè la velocità M, alla velocità B ha maggior proporzione, che la luce B alla sezione M, si faccia come la luce B alla sezione M, così la velocità M, ad un altra velocità F, e come il quadrato della velocità M, al quadrato della ritrovata velocità F, così si faccia A M, a G R, sarà G R l'altezza fino alla quale crescerà l' acqua nella conserva nel caso di questa ultima proposizione; e maggiore di A R, come facilmente si può provare da quel, che si è fin ora dimostrato.

Corollario III.

Ma se la velocità del canale influente sarà ritardata, essendo l' apertura proporzionata all' intera velocità, l'acqua salirà nella conserva fino al principio del canale A, imperocchè ascendendo l'acqua fin lì, restituirà l' intera velocità, e però per esso escirà tutta l' acqua.

Corollario IV.

Che se la luce sia proporzionata a qualche velocità ritardata, nè per anco l' acqua esca tutta, è evidente essere la velocità più ritardata di quel che comporti la reciproca proporzione de' fori, e delle velocità, cioè il foro essere minore di quel che richiegga la data velocità dell' acqua ritarda-

data, dunque l'acqua ſi alzerà nella conſerva v. gr. fino all'orizzontale C D, di maniera che l'altezza R C reſtituiſca quella velocità, che è proporzionata alla luce.

Corollario V.

E di quì è chiaro, che l' altezza C R della ſuperficie dell' acqua C D aggiugnerà maggior velocità alla luce B, che tutta la caduta A B, ogni volta che è ritardata la velocità.

Corollario VI.

Ed in oltre non eſſere da conſiderarſi l'impeto del cadente perpendicolare nella conſerva, ovvero non far nulla alla velocità delle luci, mentre ſtia fiſſa la ſuperficie dell'acqua, ſe non quanto alcuna volta la ſuperficie dell' acqua qualche pocolino per l'impeto del cadente, va in giù, e in ſu, ma eſſere ſolamente conſiderabile l'altezza della ſuperficie dell' acqua ſopra i centri della velocità delle luci.

Corollario VII.

Tutto quel che fin ora ſi è dimoſtrato, ſuppoſto la cadente perpendicolare, ſi dimoſtrerà nel medeſimo modo ſuppoſtala inclinata.

Corollario VIII.

Adunque ſuppoſte le ſteſſe coſe, e la ſteſſa figura della ſeguente propoſizione, perchè per la ſtrettezza della ſezione D H, l' acqua non può ſcorrere colla primiera velocità, e l'acqua ritenuta ſi livella alla ſuperficie, che ſta ferma A X; l'altezza B D imprimerà la velocità in 2 (ſuppongaſi 2 centro della velocità) minore di quel che foſſe dianzi per la diſceſa A D, e in conſeguenza la velocità 2, fatta dall'altezza 2 3, non ſarà ritardata dal contatto, e ſoffregamento del fondo da A fino in D.

Fig 33.

Corollario IX.

Che ſe l'orizzontale A X pareggerà preciſamente il principio dell' alveo, ſarà l'altezza D H della ſezione, quella che averebbe l' acqua, ſe non foſſe ritardata la ſua velocità [che è il converſo del quarto corollario] ma ſe l'orizzontale A X ſia ſotto l'orizzontale per lo principio dell' alveo, ſarà l' altezza dell'acqua maggior di quella, che richiederebbe l' intera velocità, e al contrario, ſe ſarà A X ſopra all'orizzontale per lo principio dell' alveo.

PROPOSIZIONE VII.

Se la velocità dell' acqua corrente per un canale inclinato sarà ritardata, facendo nella sezione una data altezza, e per di sopra si chiuda la sezione, di maniera l' acqua cresca ad un altezza fissa, le diverse velocità dell' acqua talmente fra loro si proporzioneranno, che converranno in una parabola, il vertice della quale, è il punto comune alla perpendicolare per di sopra prolungata, e alla superficie dell' acqua, e l' asse la medesima perpendicolare prolungata.

Fig. 33. Sia il canale L D, pel quale la velocità dell' acqua corrente ritardata faccia nella sezione D l' altezza D E, e si chiuda la parte superiore di essa; e crescendo l' acqua sia la sua ferma superficie A X. Dico che pel restante della sezione D H l' acqua scorrerà in maniera, che tutte le velocità convengano nella parabola che abbia il vertice X, e l' asse D X.

E perchè A X è la superficie dell' acqua, che sta sempre ferma nel medesimo stato, mentre dura l' escita per la sezione D H. e l' entrata per lo canale L A, sarà A D X una conserva, colla luce D H, A X e la superficie dell' acqua, che si mantiene sempre nella medesima altezza, durante l' entrata eguale per L A; ma nelle conserve le velocità sono fra loro in sudduplicata proporzione dell' altezze dell' acqua, che per di sopra preme; adunque la velocità in D, alla velocità in H, è in sudduplicata proporzione delle linee B D. N H; ma come B D a N H, così D X, a X H; adunque la velocità in D alla velocità in H, cioè D Y a H 4, è in sudduplicata proporzione delle linee D X X H, e conseguentemente converranno nella parabola D X Y, che ha il vertice X, e l' asse D X; e sarà lo spazio parabolico D H 4 Y il complesso delle velocità della perpendicolare D H, e nel medesimo modo si dimostrerà, che tutte le velocità della perpendicolare D H terminano al segamento parabolico Y 4. Il che ec.

prop. 1. del 2 di questo

SCOLIO.

Si è dimostrato la stessa proposizione per torre il dubbio, che l' acqua che viene possa crescere qualche velocità nella sezione D H, a causa dell' impeto del cadente L A, il che contuttociò è falso, sì per le cose ivi dimostrate, sì come ancora perchè l' impeto del cadente, e la superficie dell' acqua si equilibrano. E questa settima proposizione si è dimostrata più a questo fine, perchè da essa dipende immediatamente la misura dell' acqua corrente, che ora ricerchiamo; benchè d' altronde si potesse ricavare come corollario.

Corollario.

Sicchè da questa proposizione se ne cava la regola universale per misurare tutte l' acque correnti ne' canali, e siano orizzontali, o inclinati, o solitari, o in qualsivoglia modo uniti, ancora avendo riguardo al ritardamento della velocità, causato da qualsivoglia impedimento fino alla sezione; purchè le velocità massime, medie, minime ec. di tutte le perpendicolari della sezione, nella quale si dee far la misura siano eguali. Laonde sia

RE-

Regola generale per misurare l' acque di qualsivoglia fiume.

In primo luogo, acciocchè sia la velocità dell'acqua da pertutto simile a se, si scelga quella sezione del fiume, sopra, e sotto alla quale sia l'alveo, quanto più può esser diritto, cosa facile a trovarsi ne' fiumi grandi, e non gran cosa difficile a farsi ne' piccoli.

II. Eletto il sito proporzionato del fiume, per isfuggire l' irregolarità, se manca la naturale sezione, si adatti ad esso l'artificiale (ovvero come è chiamata dal Castelli, il Regolatore) fatta di pietra, o con regoli che gli servano per lati, come tornerà più facile, la base della quale A B, sia esattamente orizzontale, e i lati, o sponde perpendicolari; e in un lato v. gr. B D si segni una qualunque misura, che sia in uso, v. gr. Piedi, Braccia ec. e nella parte superiore si adatti la cateratta E G, che talmente si possa lasciare scorrere, che la sua inferior superficie E F, sempre resti nel sito orizzontale, e per questa sezione si sforzi a passare tutta l' acqua del fiume. *Fig. 36.*

III. Stando il fiume nel medesimo stato, cioè non s' alzando, nè abbassando la sua superficie, si lasci andare la cataratta sotto la superficie dell' acqua, adunque per la proposizione seconda, e per le cose quivi notate, si alzerà la superficie dell' acqua fino ad un termine stabile, che sia v. g. K L.

IV. Si osservi nel lato B D l' altezza B K della superficie dell' acqua sopra il fondo della sezione artificiale B A, la quale per lo più non supererà gran fatto la precedente altezza dell' acqua, sì per lo poco declive, che è solito essere negli alvei inclinati de' fiumi, che spesso fanno l' angolo coll' orizzontale insensibile, siccome pel ritardamento causato da vari impedimenti accidentali, come sono l' inegualità delle ripe, e del fondo, e la scambievole inclinazione delle medesime, e le tortuosità, e le corrosioni, che tolgono la dirittura dell' alveo, la reciproca strettezza, e larghezza delle sezioni, le quali cose tutte son di grandissimo impedimento all' accelerazione del moto. Ma se le circostanze facessero temere, che l' acqua per la troppa escrescenza superasse le ripe, e gli argini, si doveranno armare, e rialzare secondo il bisogno.

Così fatte, e osservate queste cose s' intenda la parabola B K H descritta coll' asse B K, e ordinatamente applicate B H F I, si ritrovi della perpendicolare B F il centro della velocità per la 5. prop. del lib. 2, imperocchè facilmente si ritroverà la proporzione F I a B H, per la natura della parabola, essendo note per mezzo dell' esperienza K B. K F. Sia dunque M il centro della velocità; tirata M N semiordinata, questa sarà la media velocità della perpendicolare K B.

Se l' alveo sia sensibilmente inclinato, bisognerà ritrovare l' inclinazione, per sapere con quella, pel Coroll. 3 della prop. 5. l' altezza dell' acqua, che gravita sopra al centro della gravità, la quale ritrovata, o per la prop. 10. del lib. 2., o per mezzo d' una particolar tavola; si ritrovi lo spazio conveniente alla velocità, questo si multiplichi per la perpendicolare F B, e il prodotto si multiplichi per la larghezza della sezione A B, il numero che ne risulta, assegnerà la quantità delle misure cubiche dell' acqua, di quel genere di misura di che ci saremo serviti in quest' operazioni.

La dimostrazione della verità di questa misura parte depende dall' anteceden-

dente propofizione, parte dal Corollario della prop. 10. del lib. 2. eſſendoſi ritrovata la miſura di quell'acqua, che eſce per la ſezione B L, turata per di ſopra; ma queſta è eguale a quella, che per l' avanti eſciva per la ſezione aperta, per quel che ſi è dimoſtrato nella 3. prop. di queſto, ſarà dunque altresì la miſura della quantità dell' acqua, che prima paſsò per la ſezione aperta, cioè per qualunque altra ſezione del medeſimo fiume.

SCOLIO II.

Se non foſſe baſtante una ſola cataratta ſe ne mette più, perchè torna l'iſteſſo, fare una ſola miſura d' un fiume in una volta, o in più volte accoppiarne più inſieme; ſiccome non importa niente in queſto caſo, che l'inferiori ſuperficie di tutte le cateratte ſiano elevate alla medeſima linea orizzontale, o a diverſa: purchè lo ſtato dell'acqua ſempre ſia il medeſimo, e ſi abbia riguardo diſtinto di tutte le perpendicolari, che hanno lunghezza diverſa.

SCOLIO III.

L'inclinazione d' un canale facilmente ſi ritrova in diverſe maniere, ma in particolare colla ſeguente. Sia una ſquadra doppia, compoſta da' regoli A B D. C B. che ſtiano tra loro ad angoli retti in B, ſia accomodato un altro regolo E B G mobile, intorno al vertice dell'angolo retto B, il quale abbia una punta nella parte inferiore B G da potere ficcare nel terreno, l'altra parte B E, ſia eguale à B C e ſi divida l' una, e l' altra in parti ſimili, e eguali comunque piace, e ſi prepari un altro regolo, o attaccato al termine delle diviſioni dell'uno, e dell'altro di detti lati v. gr. nel punto E, ovvero (il che torna meglio) ſeparato; diviſo ancor eſſo in particelle ſimili a quelle delle diviſioni di E B, B C. Si ficchi pertanto nel fondo del fiume, del quale ſi cerca l'inclinazione il regolo B G, finchè A B D per lo lungo ſia eſattamente accomodato al piano del fondo, ma biſogna, che il detto regolo E B G ſia perpendicolare all' orizzonte, il che ſi può riſcontrare col pendolo; così fermate le coſe, l' altro regolo E C applicato inſegnerà, quanto ſia la baſe E C del triangolo E B C nelle parti de' lati E B. B C; quale riconoſciuta, ſarà noto trigonometricamente l'angolo E B C, che ſarà l'inclinazione del canale, perciocchè tirata per B l'orizzontale H I, perchè gli angoli E B I. C B D ſono retti, ſe ſi tolga il comune C B I rimarrà l'angolo E B C eguale all'angolo I B D dell'inclinazione del canale.

Fig. 37.

SCOLIO IV.

Nè ſi debbe oppore a queſto modo di miſurare l'acque correnti, la grande ſpeſa, e le difficoltà nel fabbricare le macchine, che ſi debbono preparare, poichè ſi dee riſpondere quello, che intorno a ciò ammoniſce egregiamente il P. Caſtelli, cioè nella miſura de' gran fiumi eſſervi neceſſario ancóra il comando di gran Principi, e per lo più queſte idee non ſi mettere in pratica, ſe non vi foſſe qualche gran neceſſità, e utilità, che diminuiſcono le ſpeſe. Inoltre ſi trovano, quaſi in tutti i fiumi certe macchine, come ſono i derivatori dell' acque, ovvero ſteccate tranſverſali de' fiumi per de-

derivare l'acqua altrove, dette *Pescaie*, *o* *Chiuse*, sopra i piani superiori orizzontali delle quali ereggendovi perpendicolarmente colonne di legno, vi si possono accomodare le cateratte quali sono le cateratte versatili fatte per sostenere, e equilibrare l'acqua de' canali, dette *Sostegni*, *o* *Esclufe*, che sono quasi tutta la macchina, i pilastri, ovvero i ponti de' quali, fanno l'effetto medesimo delle sponde d'una sezione artificiale, e si può servirsene con poco negozio. Ho veduto spessissimo ne' fiumi gonfi d'acqua, e ne' quali la capacità degli archi, di cui sono fatti i ponti, non era sufficiente al corso dell'acque, essere alzato dalla parte superiore il livello dell'acqua, finchè acquistata la velocità richiesta scorresse l'acqua del fiume sotto agli archi de' ponti; quelchè ancora il Castelli nota essere accaduto nell'inondazione del Tevere l'anno 1598. nella quale, benchè l'acque di quà, e di là superassero le ripe, contuttociò, tutte scorsero di sotto a' ponti Fabbrizio e Cestio, nel qual caso non sarebbe stato impossibile trovare la misura dell' acque del Tevere in tutte le perpendicolari della sezione, servendo in vece delle cateratte la parte superiore del ponte.

Finalmente se nel fiume non vi fosse alcuna di queste macchine, e fosse difficile il fabbricarvene, bisogna ricorrere a' minori influenti, de' quali prese puntualmente le misure, e sommate di poi insieme constituiscono l'intera misura del maggiore.

SCOLIO V.

Avendo di sopra nella regola generale fatta menzione d'una Tavola, per mezzo della quale si possono avere gli spazj, che convengono a qualsivoglia altezza, la doveamo por quì. Ma contuttociò abbiamo stimato cosa ben fatta differirla dopo il fine di questo trattato, sì per aver tempo di estenderla quanto conviene, come ancora per poterla staccare dal libro, e servirsene in qualsivoglia occorrenza.

FINE DEL QUARTO LIBRO.

LIBRO V.

Nel quale si considerano varie affezioni de' canali orizzontali perpendicolari, e inclinati solitari.

PROPOSIZIONE I.

Se per mezzo d'un canale orizzontale l' acqua entri in qualche stagno, la superficie del quale sia permanente, e se n' esca per un altro canale orizzontale d' eguale larghezza, e sia il fondo dell' uno, e l' altro canale nel medesimo piano, sarà ancora la superficie dell' acqua dell' uno, e dell' altro canale, e dello stagno nella medesima orizzontale.

Sia l' influente canale A B, e lo stagno B D C; e 'l canale, pel quale se n' esce l' acqua, C O; e siano A B. C O nel medesimo piano, e sia l' altezza dell' acqua del canale influente B F, e per F si tiri la linea E F G H, e da C si eregga la perpendicolare C G, che sia l' altezza dell' acqua in C. Dico che l' orizzontale E H sarà comune.

Fig.38.

E perchè F G superficie dell' acqua nello stagno è fissa, tanta sarà l' acqua, che vi entra, quanta sarà quella, che esce; laonde supponendosi eguale la larghezza dell' uno, e dell' altro canale in C. B, sarà il complesso delle velocità della perpendicolare G C, eguale al complesso delle velocità della perpendicolare F B. Sia dunque, se è possibile, l' altezza G C minore di F B, sarà dunque minore la velocità del punto C, che del punto B; sia C I la velocità del punto C, minore di B K velocità del punto

prop. 3 lib 4 di questo

to B, e si descrivano le uguali parabole F B K. G C I, che saranno i complessi delle velocità delle perpendicolari F B. G C, e perchè C I è minore di B K, si faccia B L eguale a C I, e eretta la perpendicolare M L, che segherà la parabola in M, si tiri per M la semiordinata M N, che sarà eguale a C I, e F N sarà eguale a G C, e in conseguenza la parabola G C I si adatterà per l'appunto alla parabola F N M; ma F N M è minore di F B K, adunque anco G C I sarà minore di F B K; e sono, come si è dimostrato, F B K. G C I, i complessi delle velocità delle perpendicolari F B. G C, adunque il complesso delle velocità della perpendicolare F B sarà maggiore del complesso delle velocità della perpendicolare G C; ma è ancora eguale, come si è dimostrato, il che è impossibile. Non sarà dunque F B maggiore di G C. Similmente si dimostrerà, non potere esser nè anco minore; saranno dunque eguali le F B. G C. E nella medesima maniera si dimostrerà E A essere eguale ad H O, e ancora alle predette F B. C G. Laonde E F G H sarà la medesima orizzontale. Il che ec.

Corol. 4. prop. 2. di questo

Corollario I.

Da questo si ricava, che la superficie de' canali orizzontali è quando sia piana, ed equidistante al fondo del canale, essendo in tutte le sezioni la medesima larghezza.

Corollario II.

E benchè le sezioni siano ineguali, lo stesso contuttociò sarà vero, se la larghezza dell'ultima sezione sarà o la più piccola dell'altre, o eguale alla più piccola, imperocchè all' altezza di essa si livellano tutte l'altre, ma in questo caso le larghezze dell' altre sezioni non son vive, perchè rimane stagnante l'acqua nelle parti laterali, o gira formando vortici.

SCOLIO.

Per la qual cosa, che le superficie, ne' fiumi ancora orizzontali, siano più basse vicino allo sbocco, che lontano da esso, n'è causa l' essere nel primo caso maggior la larghezza delle sezioni, che nel secondo, la quale appoco appoco cresce quanto più l'acqua s'accosta allo sbocco; e questo accade naturalmente, perciocchè l'acqua vicino allo sbocco, conservata la medesima velocità, doverebbe cadere perpendicolarmente, o poco meno; e così dal troppo impeto, è necessitata a corrodere le ripe, e conseguentemente vengono a ridursi le sezioni proporzionate, tal che per quanto è possibile la superficie dell' acqua sia una sola. Ma di ciò diremo un' altra volta.

Corollario III.

Parimente si verificherà la proposizione, se il canale influente è inclinato; imperocchè in quel caso F G. G H saranno nella medesima orizzontale, essendochè l' acqua nella conserva, o stagno si disporrà ad una tale altezza, quale richiederà la quantità dell' acqua influente, e la larghezza dell' emis-

sa-

sario, o della prima sezione, la quale dipoi si continuerà, come è dimostrato.

Corollario IV.

Adunque sarà lo stesso o essendovi qualsivoglia canale influente, o non ve ne essendo alcuno, se l'acqua sormonti dal fondo d'un ricettacolo B D C, il che suole per lo più ne' laghi accadere.

PROPOSIZIONE II.

Data l'altezza, che ha l'acqua in una conserva v. gr. o in uno stagno ec. sopra il fondo della prima sezione, ritrovare l'altezza, che ha la medesima acqua nella perpendicolare della prima sezione.

Questa proposizione suppone l'acqua stagnante, o almeno livellata in qualche conserva, peschiera, lago, palude ec. e suppone essere fatto nella conserva un emissario, che faccia il medesimo effetto d'una sezione artificiale, alla quale sia applicato un canale inclinato, del quale parlammo nella supposizione del libro 2.

Sia dunque A B l'altezza, che ha la superficie L S livellata della conserva, sopra al fondo della prima sezione B. Bisogna ritrovare l'altezza, che farà l'acqua nella perpendicolare della prima sezione B D.

Fig 39

Si prolunghi L S. B D finchè concorrano nel punto C, e col centro B, e con l'intervallo B A si descriva l'arco A D, che seghi B C in D, e intorno a C B descritta la semiparabola B C E si piglino fra B C. D C le due medie proporzionali F. G; e si faccia come B C ad F, così B E velocità massima della sezione B, a B H, e per H si tiri H N parallela a B C, che seghi la linea parabolica in N, perchè B H necessariamente è minore di B E, essendo B C maggiore di D C; e per N si tiri la N M parallela a B E, che seghi B C in M. Dico che B M sarà l'altezza ricercata.

Perchè il punto B della sezione B M ha la velocità conveniente alla scesa S B, ovvero alla pressione, che sia eguale a B A, e ancora averebbe la medesima il punto B, se O B prolungata v. gr. in P facesse da B fino in P un canale orizzontale, sarà la velocità nel punto B nell'uno, e nell'altro caso la medesima. Laonde presa B E come comune velocità, con l'asse B D si descriva la parabola B D E, che seghi B C E in E; perchè dunque B D è eguale a B A, e B E è la velocità del punto B, sarà la parabola B D E il complesso delle velocità della perpendicolare B A. Ma perchè B C, a C D è in tripla proporzione di B C ad F, e come B C ad F, così B E a B H, o ad M N, sarà B C a D C in tripla proporzione di B E ad M N. Nella medesima triplicata proporzione di B E a M N, è la parabola C B E, alla parabola C M N, dunque come B C a D C, così la parabola C B E alla parabola C M N; e dividendo come lo spazio B M N E alla parabola C M N, così B D a D C; ma come B D a D C, così la parabola B D E allo spazio C D E, dunque come lo spazio B M N E alla parabola C M N, così la parabola B D E allo spazio C D E; e convertendo come la parabola C M N allo spazio B M N E, così lo spazio C D E alla parabola D B E; e componendo, come la parabola C M N insieme collo spazio B M N E, cioè tutta la parabola C B E allo spazio B M N E, così lo spazio C D E insieme colla parabola D B E, cioè tutta la parabola C B E alla parabola D B E, e in conseguenza sarà lo spazio parabolico B M N E, ov-

prop. 7. 11 di questo.

Gregor da S. Vinc prop 141 de parab il med. nell' istesso luogo propos. 240.

ovvero il compleſſo delle velocità dell'altezza B M, eguale alla parabola B D E compleſſo delle velocità della perpendicolare D B, o B A: ma il compleſſo delle velocità della perpendicolare D B, è dell'acqua, che eſce dalla conſerva per lo canale orizzontale, pel quale tanta n'eſce, quanta ve n'entra, adunque tanta n'eſce per B M, quanta n'entra mantenendoſi la medeſima orizzontale L S, e così ſarà B M l'altezza ricercata.

SCOLIO I.

Si ſuppone che nella conſerva la ſuperficie dell' acqua ſempre ſtia ferma, e che ſia continuata l'entrata, di maniera, che l'acqua che eſce pel canale orizzontale faccia l'altezza B A, e la larghezza del canale orizzontale ſia la medeſima, che quella dell'inclinato. Del rimanente ſe l' acqua della conſerva foſſe ſtagnante, e di nuovo non vi ſe ne ſomminiſtraſſe, in ſul principio del fluſſo ſi farebbe l' altezza B M, ma di poi a poco a poco diminuirebbe, ſecondo che s'abbaſſaſſe l'orizzontale L A, e queſto ſeguirebbe in qualſivoglia larghezza dell' emiſſario; imperocchè ſe la ſua larghezza foſſe maggiore della larghezza del canale influente, o effluente; primieramente manderebbe fuora più acqua di quella, che ve n' entra, e ſarebbe la medeſima altezza B M, ma non ſi manterrebbe la ſuperficie ſempre la medeſima, e tanto diſcenderebbe, che diminuito l'eſito dell' acqua pel canale S B H, finalmente l'entrata, e l' uſcita ſi agguaglierebbero, e di nuovo l'altezza B M riſponderebbe colla medeſima proporzione all'altezza B A.

Corollario I.

Dunque ſe B A ſi ſupponga raggio ſarà B C ſecante dell'angolo dell' inclinazione, la quale ſe ſi caverà dalle Tavole Trigonometriche, e fra la ſecante, e l' eceſſo di eſſa ſopra il raggio ſi trovino le due medie proporzionali, ſarà la proporzione della ſecante alla prima media, la proporzione delle velocità B E. M N maſſima, e minima della prima ſezione. Imperocchè ſuppoſto che B E ſia eguale a B C, ſarà M N, la ſeconda proporzionale; la qual proporzione della maſſima velocità, alla minima nella prima ſezione, ſarà ſuttriplicata di quella, che ha la ſecante dell' angolo dell' inclinazione alla differenza tra eſſa, e il raggio.

Corollario II.

E perchè la proporzione di B C, o di B E, a C M è doppia di B E ad M N, e parimente la proporzione di B C, o di B E a G, è per la coſtruzione duplicata di quella, che ha B E ad M N, ſarà come B E a G, così B E a C M; ſarà dunque C M eguale alla ſeconda media proporzionale G; laonde ſe da tutta la ſecante B C ſi tragga C M, la rimanente B M ſarà l' altezza ricercata nelle parti del raggio B D.

Appendice Geometrica.

Dal Corollario precedente ſi fa chiaro, che nelle parabole terminate equicrui, cioè in quelle, che hanno i diametri eguali alle maſſime ſemiordinate, ſe ſi tiri qualſivoglia altra ſemiordinata, ſaranno la maſſima ſemiordinata, la ſeconda ſemiordinata, e la ſaetta della ſeconda ſemiordinata, cioè la parte del diametro intercetta fra la ſeconda ſemiordinata, e 'l vertice della parabola in continua proporzione. Come ſe ſia nella parabola A G H qualſivoglia diametro G B, e la ſemiordinata A B eguale al diametro B G, e da qualſivoglia punto E, ſi tiri E F ſemiordinata, ſaranno le A B, E F, F G in continua proporzione, eſſendo la proporzione di G B, o B A a G F duplicata di quella, che ha B A ad E F.

Fig. 40.

Corollario III.

Sicchè la proporzione, che ha l' altezza dell' acqua nella conſerva ſopra il fondo della prima ſezione all' altezza, che ha nella prima ſezione, è quella che ha il raggio, alla differenza fra la ſecante dell' angolo d' inclinazione, e la ſeconda delle due medie proporzionali fra eſſa, e l' eccelſo di eſſa ſopra il raggio.

Corollario IV.

Da quelche ſi è detto, è chiaro, come dalla data proporzione fra la velocità del fondo, e la velocità della ſuperficie nella prima ſezione, ſi poſſa riconoſcere l' angolo dell' inclinazione del canale, del quale è la prima ſezione; e ſe data ſia l' altezza della prima ſezione, come ſi poſſa ritrovare l' altezza dell' acqua nella conſerva. Concioſiachè ſe ſia data la proporzione di B E velocità maſſima ad M N velocità minima, ſarà queſta proporzione triplicata la medeſima, che della ſecante dell' angolo dell' inclinazione alla differenza fra eſſa, e 'l raggio; v. g. ſe a B E, M N ſi aggiunga la terza proporzionale, queſta ſarà M C, alle quali ſe ſi aggiunga la quarta, queſta ſarà D C, la quale detratta da B E, ſuppoſta eguale a B C, laſcerà B D, a cui è eguale il raggio B A, pel converſo dell' Appendice Geometrica propoſta; laonde ſe ſi faccia come A B a B C, così 100000 ad un' altra, queſta ſarà la ſecante, che ritrovata nelle tavole dimoſtrerà l' angolo A B C dell' inclinazione, e ſe ſia data M B, ſarà ancora data B A; eſſendo la proporzione di B M a B A, quella, pel Corollario antecedente, che ha la differenza fra la ſecante, e la ſeconda delle due medie predette, al raggio. Ancora altrimenti ſi potrebbe ritrovare l' altezza B A per la 6 prop. del lib 2., e pel ſuo corollario terzo, ma ivi ſi ſuppone noto l' angolo dell' inclinazione, ma non già in queſto corollario.

Corollario V.

Colla medeſima dimoſtrazione reſta provata queſta Propoſizione cioè: Data l' altezza, che ha l' acqua in un canale orizzontale, ritrovare l' altezza che

che averebbe in un canale in qualfivoglia modo inclinato. Conciossiachè nel canale orizzontale le velocità terminano alla linea parabolica, che ha per asse l'altezza della sezione, ovvero l'altezza dell'acqua sopra il fondo della prima sezione del canale inclinato, e però quel che si è detto, e si dirà intorno alle conserve, lo stesso appunto si adatta al canale orizzontale.

PROPOSIZIONE III.

Cresciuta l'altezza dell'acqua nella conserva, si cresce ancora proporzionalmente l'altezza dell'acqua nella prima sezione.

Sia la prima sezione B, sopra il fondo della quale l'altezza dell'acqua della conserva sia B O, che faccia nella sezione B l'altezza B I, e si accresca nella conserva l'altezza dell'acqua fino ad F, e corrisponda ad essa nella sezione B, l'altezza B E; Dico come B E a B F, così essere B I a B E. *Fig.* 41.

Conciosiachè B O a B I sta come il raggio alla differenza fra la segante dell'angolo dell'inclinazione, e la seconda delle due medie proporzionali fra essa, e la differenza di esso raggio, ma la medesima proporzione ha B F, a B E sarà dunque come B F a B E, così B O a B I e permutando, come B F a B O, così B E a B I; o come B O a B F, così B I a B E. Il che ec.

SCOLIO.

E da avvertire che il punto F non è nella superficie dell'acqua corrente: imperocchè questa da A a B è sempre sotto A C, la quale si piglia, sì in questa, come nella passata proposizione, per orizzontale per lo principio dell'alveo, ovvero per superficie livellata della conserva, e continuata fino in C; laonde quando si dice F B essere l'altezza dell'acqua nella conserva, sopra alla sezione B, intendiamo essere questa la distanza dell'orizzontale della sezione B dall'orizzontale per lo principio dell'alveo A, ovvero la perpendicolare A R.

Corollario I.

Da questo si raccoglie, che se colla linea O I si congiungano le prime altezze; e ad esse per F si tiri F E parallela, che seghi B C in E, sarà B E la seconda altezza nella sezione B.

Corollario II.

E perchè dividendo, come F O a B O così I E a I B, e permutando come F O ad I E, così B O ad I B; saranno ancora gli augumenti, e le prime altezze, o ancora le seconde fra loro proporzionali, e di più la prima altezza nella conserva al suo augumento, averà la medesima proporzione, che la seconda altezza al suo augumento ec.

Co-

Corollario III.

E perchè le quantità dell'acqua nelle perpendicolari B F. B O sono in triplicata proporzione di quella, che è sudduplicata fra le medesime perpendicolari, ed è come B F a B O, così B E a B I, ne segue, che le quantità dell'acqua per B F. B O, ovvero le quantità per B E, B I eguali alle medesime, sono fra loro in triplicata proporzione di quella, che è sudduplicata fra B E. B I, laonde se E H si ponga perpendicolare a B E, e ad essa eguale: e col vertice B, e coll'asse B E si descriva la semiparabola equicrure B H E, e per I si tiri la semiordinata I G; sarà la proporzione dell' acqua per B E all'acqua per B I triplicata di quella di B E ad I G, imperocchè G I è media proporzionale fra H E, o B E, e B I, per l' appendice Geometrica della precedente proposizione, e se si ponga quarta B X, sarà la proporzione dell'acqua per B E all'acqua per B I quella, che ha E H, o B E a B X.

Corol. 2. prop. 5. lib. 3. di questo.

Corollario IV.

Di quì si potrà ancora ricavare la misura proporzionale dell' acqua cresciuta, e non cresciuta, se sarà nota la proporzione fra B E, e B I, o fra B F, e B O, vedi il corollario terzo prop. 5. del lib 3.

Corollario V.

Ma perchè le somme delle velocità di diverse perpendicolari; ovvero le quantità dell'acqua per esse, hanno ragion composta delle proporzioni dell' altezza prima alla seconda, e della velocità media della prima, alla velocità media della seconda perpendicolare, si potrà dalla data proporzione, che hanno fra loro l'acque, e l'altezze, ritrovare ancora la proporzione delle velocità medie; conciossiachè se fra B E, B I si trovi la media proporzionale I G, e si aggiunga la quarta B X, sarà la proporzione E B a B X la medesima, che dell'acqua cresciuta, e non cresciuta, ma la proporzione di E B a B I, è la proporzione dell' altezze; adunque la proporzione B I a B X sarà quella delle medie velocità; essendo la proporzione E B, a B X composta della proporzione E B a B I e di B I a B X, la prima dell'altezze, la seconda delle velocità.

prop 12. lib 1. di questo.

Corollario VI.

Essendo dunque B I a B X come B E ad I G, ne segue, essere la proporzione delle velocità suttriplicata di quella dell'acque, e similmente sudduplicata dell' altezze, e convertendo che la proporzione dell' acque è suttriplicata delle medie velocità, e la proporzione dell' altezze è duplicata delle medie velocità.

Co-

Corollario VII.

Similmente essendola velocità massima della perpendicolare B E alla velocità massima della perpendicolare B I. in ragione sudduplicata di B F a B O, o di B E, a B I, ed essendo nella medesima sudduplicata le velocità medie, ne segue, che le velocità massime delle due perpendicolari della prima sezione, siano proporzionali alle velocità medie delle medesime perpendicolari.

Corollario VIII.

Sarà dunque come la velocità massima B K dell'altezza B E, alla velocità massima B L dell'altezza B I, così la velocità media v.gr. M N dell' altezza B E, a P Q velocità media dell' altezza B I, e permutando, come B K ad M N, così B L a P Q; ma B K ad M N è in proporzione sudduplicata di T B a T M; adunque ancora la proporzione di B L a P Q sarà sudduplicata di T B a T M; ma la proporzione di B L, a P Q, è sudduplicata di quella, che ha V B ad V P; adunque come T B a T M, così V B ad V P, e come T M ad M B, così V P a P B; adunque i punti M, P, che si suppongono centri di velocità, similmente segheranno T B, V B, e conseguentemente i centri delle velocità delle due perpendicolari nella prima sezione, similmente segano gli assi delle parabole, che sono le misure della velocità di esse.

Fig. 42.

Corollario IX.

Quelche si è dimostrato intorno all' augumento dell' acqua, serve ancora proporzionalmente pel decrescimento.

SCOLIO II.

Da questa cosa apparisce una certa corrispondenza fra le sezioni de' canali orizzontali, e la prima sezione de' canali inclinati; poichè sì in quelli, come in questa; Primieramente gli augumenti, e gli scemamenti si fanno proporzionalmente; in secondo luogo le quantità dell'acque sono fra loro in sesquialtera proporzione dell'altezze; ed in terzo luogo le velocità medie hanno fra loro proporzione sudduplicata dell'altezze, e in questo le velocità medie sono proporzionali alle massime ec. Contuttociò in molte cose diversificano, imperocchè nella prima sezione il centro della velocità non è demerso a $\frac{4}{9}$ dell'altezza; e parimente in secondo luogo l'altezze dell'acque non sono similmente segate dal centro: ed in terzo luogo le velocità non terminano all'intera parabola, ma al segmento della parabola ed il complesso è uno spazio parabolico, e non parabola ec. come nelle sezioni de' canali orizzontali. Il che in vero è proprio di questa convenienza naturale di cose. Imperocchè essendo la prima sezione del canale inclinato il mezzo, col quale si connette il canale orizzontale coll'inclinato: è cosa convenevole, che le proprietà dell'una, e dell' altra si uniscano.

Fig. 43.

PROPOSIZIONE IV.

Se l'acqua eſcendo da una conſerva, entri in un canale inclinato, facendo nella prima ſezione di eſſo un' altezza determinata, la ſuperficie dell' acqua ſi diſporrà in un piano tirato per lo principio del canale, e per l'altezza della prima ſezione.

Fig. 43. Dalla conſerva A E C ſcorra l'acqua per la prima ſezione C coll' altezza C D; e ſia applicato il canale inclinato C N, quale ſi intenda prolungato ſopra fino ad A ſuperficie dell' acqua. Dico, che l'acqua della conſerva, talmente ſcorrerà pel canale A C, che la ſua ſuperficie ſia nella medeſima retta A D.

Preſi qualſivogliano punti fra A, e C, v. gr. K, G, ſi ereggano ad A B orizzontale per lo principio dell' alveo le perpendicolari K I, G F, C O, e K M, G M perpendicolari ad A C.

Coroll. 3 *della prop.* 2. *di queſto* E perchè C è prima ſezione, ed è la ſua altezza C D, ſarà C D a C O, come la differenza fra la ſecante, e la ſeconda delle due medie proporzionali ritrovate fra la ſecante dell'angolo O C D, e il raggio, ad eſſo raggio; ma la medeſima proporzione ha G H a G F, eſſendo gli angoli O C D, F G H eguali, e G è prima ſezione in riguardo all' acqua ſuperiore G A; adunque come C D a C O così G H altezza dell' acqua in G a G F altezza dell'acqua nella conſerva ſopra il fondo della prima ſezione G; ſimilmente come C D a C O, così ſi dimoſtrerà K M a K I, e permutando, come C D, G H, K M, fra loro, così A C, A G, A K; C O, G F, K I; ma come C O, G F, K I, così adunque come A C, A G, A K, così C D, G H, K M; e permutando, come A C a C D, così A G, G H ed A K, a K M; e però ſaranno i punti A, M, H, D in una linea retta. Il che ec.

Corollario.

Di quì è chiaro, che ſe ſi creſce l'acqua nella conſerva v. gr. fino a T V, di maniera che il principio del canale ſia S la ſuperficie dell' acqua ſi diſporrà per la retta S R parallela ad A D; perchè eſſendo come C A ad A S, ovvero C O, ad O V, così C D a D R, ſarà pel Coroll. 2. della prop. antecedente C R altezza della prima ſezione dopo l' accreſcimento, è diſponendoſi l'acqua colla ſuperficie S R, ſarà la ſuperficie dell' acqua S R parallela ad A D, perchè ſono ſegati proporzionalmente i lati del triangolo S C R.

PROPOSIZIONE V.

Data l'altezza, ſotto la quale l'acqua ſcorre per un canale orizzontale, ritrovare l'altezza della prima ſezione in un canale perpendicolare, ſotto la quale poſſa ſcorrere la medeſima acqua.

Fig. 44. Sia il canale orizzontale A B, e la ſua altezza B D, e ad eſſo ſia applicato il canale perpendicolare B C della medeſima larghezza, biſogna ritrovare l'altezza, ſotto la quale l'acqua del canale orizzontale A B poſſa ſcorrere per la perpendicolare B C nella prima ſezione di eſſa.

Coll' aſſe B D ſi deſcriva la parabola equicrure B D E, che ſarà il compleſ-

plesso delle velocità della perpendicolare D B, e ritrovata la media velocità F G, si faccia come B E ad F G, così B D a B H. Dico B H essere la ricercata altezza.

Imperocchè la velocità media, colla quale scorre l'acqua pel canale orizzontale, è F G, e la velocità, colla quale dee scorrere per lo perpendicolare nella prima sezione B H, è B E; cioè quale si conviene all'altezza B D; e le sezioni B D, B H, per essere di eguale larghezza, sono fra loro come l'altezze; sarà la proporzione delle velocità B E, F G, reciproca delle sezioni B H, B D. Adunque eguale quantità d' acqua passerà per l' una, e l'altra sezione B D, B H, laonde B H sarà l'altezza ricercata. Il che ec.

Corollario I.

E perchè B E è sesquialtera di F G; ancora B D, sarà sesquialtera di B H; e però due terze parti dell'altezza B D saranno l'altezza B H.

Corollario II.

Tirata adunque la D H, perchè F I è parallela a B H, e B D è sesquialtera di B H, sarà ancora D F sesquialtera di F I, e conseguentemente passata l'acqua dalla direzione orizzontale, alla perpendicolare, nel mezzo al passaggio, si disporrà colla superficie nella linea retta, che connette l'una, e l'altra altezza, come si è dimostrato ne' canali inclinati nella Proposizione superiore.

Corollario III.

Adunque nell'accrescere dell'acqua in un canale orizzontale l'una, e l'altra altezza B D, B H crescerà proporzionalmente ec. Vedi il Coroll. dell' antecedente Prop., e quelche si è notato ne' Corollari della terza Prop. conciossiachè l'una, e l' altra specie di questi canali ha tra se corrispondenza.

Corollario IV.

E' ancora manifesto la proporzione della perpendicolarè nella conserva, ovvero nel canale orizzontale, all' altezza nella prima sezione di qualunque canale applicato, non potere esser maggiore d'una sesquialtera.

Corollario V.

Tutto questo si verifica, se nel fondo d'un canale orizzontale si faccia un foro, o una sezione, che abbia la larghezza comune col canale; ma l'altezza due terzi dell'altezza dell'acqua, che scorre pel canale orizzontale; e lo stesso vale ancora d'una conserva, a cui sia applicato un canale orizzontale, se però il fondo di essa è nella medesima orizzontale col fondo

del canale; conciossiachè in questo, se si aprirà un foro nel fondo, tant'acqua manderà fuori, quanto prima ne scorreva pel canale orizzontale, se però s'impedisca per questo il flusso.

Corollario VI.

Che se la sezione B H non fosse della medesima larghezza, che B D, si faccia come la larghezza della sezione B H alla larghezza della sezione B D; così l'altezza B H ritrovata ad un'altra, che sarà l'altezza d'una sezione di diversa larghezza, poichè si faranno in questo modo due sezioni eguali, e sono ancora egualmente veloci, perciocchè l'una, e l'altra ha la medesima velocità B E, adunque per esse scorrerà eguale quantità d'acqua, cioè tutta quella, che pel canale orizzontale scorre sotto l'altezza E D, come si è dimostrato.

Corollario VII.

Ma perchè le sezioni egualmente larghe sono fra loro, come l'altezze; e le altezze delle sezioni d'un canale orizzontale, e della prima d'un canale perpendicolare, che hanno la medesima larghezza, sono fra loro in sesquialtera proporzione, ne segue, tutte le sezioni d'un canale orizzontale, alla prima d'un canale perpendicolare, essere in sesquialtera proporzione, o abbiano, o no la medesima altezza: ancorchè le prime siano rettangole, e le altre circolari, o elliettiche ec.

Corollario VIII.

Finalmente se la sezione prima d'un canale perpendicolare sia minore della narrata, non potrà per essa escire tutta l'acqua; ma se sarà impedito l'ulteriore corso pel canale orizzontale, crescerà nel canale orizzontale l'altezza dell'acqua, finchè sia tanta, che tutta l'acqua possa scorrere per la minor sezione. Nel qual caso l'acqua del canale orizzontale diventa, come l'acqua di qualche conserva, alla quale tant'acqua le venga somministrato, quanta n'esce. Ma se la sezione sarà maggiore della narrata, l'acqua non empierà tutta la sezione, ma lascerà vota la parte superflua.

S C O L I O.

Qui mi pare ben ricercare, che altezza acquisterà l'acqua in un canale orizzontale, se la prima sezione d'un canale perpendicolare sia minore di quello che si richiederebbe. Si faccia come la data sezione minore a quella, che sarebbe necessaria, così la velocità competente all'altezza della sezione nel canale orizzontale ad un'altra; la quale ordinatamente applicata alla parabola D G E prolungata, darà la necessaria altezza, che l'acqua possa scorrere per la minor sezione; ma a voler, che per diverse sezioni scorra la stessa acqua, bisogna, che le sezioni, e le velocità, si rispondano reciprocamente, adunque ritrovata la velocità conveniente alla minor sezione que-

sta

sta darà l'altezza, dalla quale depende, e questa pure si dee ritrovare nella parabola. Per la medesima ragione, data l'altezza, alla quale pervenne l'acqua, per potere scorrere per la sezione del canale perpendicolare, prima minore della necessaria, insieme colla precedente altezza del canale orizzontale, facilmente si trova la proporzione della minor sezione alla necessaria. Imperocchè assegnandosi l'una, e l'altra altezza dell'acqua, si darà ancora la proporzione delle velocità, la quale presa reciprocamente, dimostrerà la proporzione della minor sezione alla necessaria, ed in oltre perchè data la sezione del canale orizzontale, si dà la prima sezione del canale perpendicolare, e si dà la proporzione di questa alla minore, si darà ancora l'area della minor sezione.

PROPOSIZIONE VI.

Data un'apertura rettangola nel fondo del vaso, o d'una conserva, e l'altezza dell'acqua sopra di esso, ritrovare l'altezza della sezione del canale orizzontale, che abbia per larghezza un lato dell'apertura, per la quale tutta l'acqua scappando fuora, possa escire dall'apertura.

Fig. 46.

Sia nel vaso A C O D l'apertura, e il rettangolo contenuto da' lati F G, F E, e la superficie dell'acqua nel vaso sia H I, o F L. Bisogna trovare l'altezza della sezione nel canale orizzontale, la larghezza del quale sia v. gr. F G per la quale tutta l'acqua, possa scappar fuora dall'apertura E G.

Presa l'altezza dell'acqua F L come asse, col vertice L si descriva la semiparabola, e sia F P, la sua massima semiordinata, dalla quale, e da F E si faccia il rettangolo E P, e si divida la parabola F L P, in maniera, che essa, al rettangolo E P, abbia la medesima proporzione, che ella ha alla parte della parabola Q M K tagliata alla cima. Dico M L essere l'altezza, sotto la quale scorrerà l'acqua che esce fuora dell'apertura E G nel canale orizzontale, che sia largo quanto l'apertura E G.

Perchè il canale, pel quale dee scorrere l'acqua, si suppone orizzontale, sarà il complesso delle velocità in ciascuna perpendicolare una parabola, l'altezza della quale sarà quella dell'acqua; laonde il complesso delle velocità dell'altezza L M nel canale orizzontale, è la parabola L M K, e l'M K massima velocità, competente all'altezza L M. Similmente perchè E P è semiordinata nella stessa parabola; sarà F P la velocità pel punto F, cioè dell'apertura E G: presa dunque F G larghezza, ed F E altezza, sarà il rettangolo E P, il complesso delle velocità della perpendicolare E F, ed E P velocità media di essa. essendochè tutti i punti nella apertura orizzontale hanno la medesima velocità. Ma il complesso F P, è eguale al complesso M L K, perchè la parabola E L P ha la medesima proporzione all'uno, e l'altro, adunque i complessi delle velocità, tanto della perpendicolare L M, quanto d'F E saranno eguali; e conseguentemente eguale quantità d'acqua passerà per la linea E P, e per la perpendicolare L M, ed essendo eguali le larghezze, cioè la medesima F G, passerà ancora per l'apertura E G, e per la sezione del canale orizzontale, che abbia l'altezza L M, e la larghezza F G, la stessa, ò eguale quantità d'acqua. Il che ec.

Corollario I.

Lo stesso è, se E F si supponga larghezza comune all' apertura, e alla sezione, ed F G altezza dell'apertura, nel qual caso; il complesso delle velocità sarebbe contenuto sotto F P, F G,

Corollario II.

Se si vorrà determinare la larghezza della sezione d' un canale orizzontale, quale sia eguale all' uno, e l' altro de' lati dell' apertura F G, F E, facilmente si trasmuterà l' altezza L M in un altra competente alla data larghezza per la Prop. 7. lib. 3.

Corollario III.

Se sarà data l' altezza, che vogliamo, che abbia l' acqua in un canale orizzontale, facilmente si troverà la larghezza della sezione; poichè se si ritroverà della data altezza L M, la media velocità M N, e qual proporzione ha il rettangolo L N, al rettangolo E G, la stessa abbia reciprocamente la larghezza dell' apertura, ad un' altra, questa sarà la larghezza ricercata, per la Prop. 15. lib. 1.

Corollario IV.

Se dunque in luogo d' una conserva si intenderà un canale orizzontale, l' altezza del quale fusse arrivata alla superficie permanente, per causa d' esser minore del bisogno la prima sezione nel canale perpendicolare, si potrà ritrovare l' altezza prima del canale avanti il gonfiamento, essendochè questa è quella, sotto la quale scorreva la stessa acqua nel canale orizzontale, che ora scorre per la prima sezione del canale perpendicolare.

Corollario V.

Se in vece dell' apertura nel fondo della conserva; che è quel che si suppose nella Proposizione, ne sostituiremo un' altra fatta nel lato perpendicolare della conserva; lo stesso appunto si dimostrerà, se si troverà il centro della velocità della data apertura, insieme colla sua media velocità; dalla quale, e da un lato dell' apertura si faccia un rettangolo, analogo al rettangolo E P.

PROPOSIZIONE VI.

Data l' altezza dell' acqua nella prima sezione di qualche canale inclinato permanente in un medesimo stato, ritrovare l' altezza nelle rimanenti sezioni inferiori.

Sia

Sia il canale inclinato A K, la prima fezione del quale fia B, e la fua altezza B D. Bifogna ritrovare l'altezza in un altra fezione inferiore G.

Fig. 45.

Prolungate B E, C I perpendicolari delle fezioni, fino all' orizzontale per lo principio dell' alveo A I; fi defcrivano intorno ad effe, come affi, le parabole eguali B E G, C I K; e per D fi tiri D F femiordinata. E perchè D F è parallela a B G, farà la parabola E B G alla parabola E D F in proporzione triplicata di B G a D F; fi faccia dunque come B G a D F, così M N, ad N O, e ad effe fi pongano in continua proporzione O P. P Q, e fia N R eguale a P Q. Adunque farà come M N a P Q, o R N, così la parabola E B G alla parabola E D F, e per la conversion della proporzione, come M N ad M R, così la parabola E B G, allo fpazio B D F G. Di nuovo perchè le parabole E B G, I C K fono eguali, faranno in triplicata proporzione di B G a C K. Si faccia dunque come B G a C K, così M N ad M S, e fi pongano nella fteffa continua proporzione di effe le S T, T V. Adunque come V T ad M N, così la parabola C I K alla parabola B E G; ma come la parabola B E G allo fpazio B D F G, così M N ad M R; adunque per l' egualità, come V T ad M R, così la parabola C I K; allo fpazio B D F G. Si divida adunque la parabola C I K, di maniera, che V T ad M R ftia come tutta la parabola C I K allo fpazio C H L K, farà dunque lo fpazio C H L K eguale allo fpazio B D F G, effendo la parabola C I K nella medefima proporzione all' uno e l'altro, cioè di V T ad M R: e fonoi predetti fpazi i compleffi delle velocità delle perpendicolari B D, C H; adunque i compleffi delle velocità, e confeguentemente l' acque, che fcorrono con effe, faranno eguali; e però farà l'altezza C H quella, fotto la quale la medefima, o eguale quantità d' acqua pafferà nella fezione inferiore C di quella, che pafsò per la prima fezione B fotto l' altezza B D. Il che ec.

Scol. prop. 6. lib. 3. di questo.

Corollario I.

E perchè per la 2. Propofizione, data l' altezza dell'acqua fopra 'l fondo della prima fezione in una conferva, fi dà l' altezza della prima fezione, e da quefta fi dà ancora l'altezza nell' altre, è chiaro, che data l'altezza dell' acqua fopra 'l fondo della prima fezione ec. viene ancora data l'altezza di qualfivoglia fezione.

Corollario II.

Dal progreffo della dimoftrazione è chiaro, che data l' altezza, che ha l'acqua nella prima fezione, fi dà ancora la proporzione, che ha la parabola C I K al compleffo delle velocità C H L K.

SCOLIO I.

Adunque la proporzione della parabola E B G, allo fpazio D B F G fi fa manifefta dalla proporzione, che ha B G a D F, quale è nota pel Corol. 1. della Prop. 2. Ma fe non foffe nota, a caufa della mancanza de' dati della Prop. 2. fi potrà ritrovare l' altezza dell' affe B E per via di efperienza, quale ritrovata, infieme coll' altezza B D, farà manifefta la proporzione del-

le velocità B G. F D, e di più ancora col pendolo, del quale si è trattato nel 2 lib., anzi dal solo angolo noto dell' inclinazione, sì manifesta; essendo che la parabola E B G, allo spazio D B G F, sta come la secante dell' angolo dell' inclinazione al raggio, come può apparire dal seguente scolio.

SCOLIO II.

Con maggior brevità si sciorrà il problema di questa proposizione, se si troverà la secante del dato angolo dell' inclinazione, e stia B G a C K, come la secante ad un altro termine, a cui si aggiungano due altri termini in continua proporzione, sarà la proporzione del quarto termine al raggio, quella che dee avere la parabola I C K, allo spazio C H L K. Imperocchè se si ponga B G eguale a B E; sarà B G secante, D F secondo proporzionale, D E terzo; e il quarto X E differenza fra il secondo, e il raggio, e conseguentemente X B, sarà il raggio, ma è la proporzione di B E a B X quella, che ha la parabola B E G alla parabola B X G, ovvero allo spazio B D F G eguale ad essa; laonde essendo la parabola B E G allo spazio B D F G, per le cose dimostrate, come M N, ad M R; se si supporrà M N secante sarà M R raggio, e se M N. M S. T S. V T si pongano in continua proporzione di B G a C K, sarà V T ad M R raggio, come la parabola I C K allo spazio B D F G, a cui eguale dee essere lo spazio C H L K. E ancora di quì si vede, la proporzione della parabola C I K allo spazio C H L K essere composta della triplicata della velocità C alla velocità B, e della secante dell' angolo dell' inclinazione al raggio, ovvero della sesquialtera di quella che è tra C I a B E, o C A. B A, che è eguale alla triplicata di C K, B G, e della proporzione della secante al raggio

Corollario III.

E così ancora data in qualsivoglia sezione l'altezza dell' acqua, e ritrovato l'asse della parabola, perchè si dà la proporzione della massima velocità alla minima, ovvero del fondo, e della superficie, si potrà col metodo di questa Proposizione ritrovare l'altezza di qualsivoglia altra sezione, superiore, o inferiore.

Corollario IV.

E ancora manifesto il converso della Proposizione, cioè data l'altezza dell' acqua in qualche sezione inferiore, ritrovare l' altezza della prima. E similmente perchè data l' altezza dell' acqua nella prima sezione, si dà ancora l' altezza dell' acqua nella conserva sopra il fondo della prima sezione, ancora data l' altezza dell' acqua in qualunque data sezione, sarà manifesta l' altezza dell' acqua ec. nella conserva.

Corollario V.

Siccome è evidente, in che modo, dato l' accrescimento dell' acqua nella prima sezione, e data ivi l' altezza dell' acqua non accresciuta, si possa ri-

ritrovare l'accrescimento dell'altezza in qualunque sezione data. Imperocchè se si darà l'accrescimento, e la prima altezza, si darà ancora l' altezza dell'acqua accresciuta, dalla quale si troverà l'altezza dell'acqua nella data sezione; e perchè è data la minore altezza nella prima sezione, si potrà ritrovare l'altezza corrispondente ad essa nella medesima inferior sezione; adunque in questa sarà data l' una, e l'altra altezza dell'acqua accresciuta, e non accresciuta, la differenza delle quali sarà l'augumento, e in conseguenza sarà nota la proporzione dell'altezza dell'acqua accresciuta, e non accresciuta ec.

PROPOSIZIONE VIII.

Data l'altezza, che ha l'acqua in qualche sezione d' un canale perpendicolare, ritrovare nelle rimanenti sezioni del medesimo canale, l' altezze, sotto alle quali scorre l'acqua.

L'altezza d'una sezione in un canale perpendicolare, è la linea orizzontale, che misura l'altezza della sezione, sotto la quale discende l'acqua; è con tutto ciò differente il canale perpendicolare dal cadente, come si fa manifesto nel seguente scolio.

Sia dunque il canale perpendicolare S X pel quale s'intenda l'acqua scorrere, il che avverrà, se nel fondo della conserva N B M L vi si supponga una sezione, o una apertura rettangola posta orizzontalmente, dalla quale esca l'acqua sotto la permanente altezza S B, e sia B M l'altezza dell' acqua nella sezione B. Bisognerà trovare l'altezze delle rimanenti sezioni T. V. X. *Fig.* 47.

Coll'asse S X si descriva la semiparabola S C E, e si prolunghi M B in A, sarà B A semiordinata all'asse, supponendosi ad essa perpendicolare, e a T, V, X si pongano le altre semiordinate T C V D. X E; e si facciano i rettangoli A B M C T F. D V G. E X H eguali, ovvero, che è lo stesso, si faccia come C T. ad A B; così B M, a T F, e come D V a C T, così T F, ad V G ec, Dico T F. V G ec. essere le altezze delle sezioni ricercate.

Imperocchè essendosi descritta la parabola intorno all'asse S X lunghezza del canale, e le velocità essendo in sudduplicata proporzione dell'altezze, sarà B A velocità della sezione B, T C velocità della sezione T, ec. e sono queste per la costruzione reciproche all'altezze delle sezioni B M, T F; adunque le quantità dell'acque, che passano per esse, saranno eguali. Similmente si dimostrerà V G. X H essere altezze, sotto le quali passa l'acqua, che prima passò per B M; adunque stando ferma la stessa larghezza del canale, le altezze ricercate saranno T F. V G. Il che ec.

SCOLIO.

Bisogna distinguere il canale perpendicolare dal cadente, essendochè l'acqua del cadente appoco appoco si raccoglie secondo l' accrescimento della velocità, intorno all'asse tirata per lo centro della gravità della sezione perpendicolare all'orizzonte; ma ne' canali perpendicolari l'acqua corrente si debbe intendere, essere sempre attaccata al piano, o al fondo del canale, il che naturalmente segue per essere fra loro le parti dell'acqua collegate, ed ancora questo si può fare artificiosamente, sforzando l'acqua a scorrere per

per un canale perpendicolare, contenuto da tre piani, de'quali due siano i lati del canale, ed il terzo il fondo, dalla superficie curva, la cui genitrice sia la linea simile M F S H, della quale si favellerà nel primo seguente corollario.

SCOLIO II.

Se in vece d'un vaso, o conserva si sostituisca un canale orizzontale, dal quale escendo l'acqua debba scorrere per un canale orizzontale applicato, quasi questo stesso ne segue, anzi ritrovandosi, per la 5. Proposizione, la prima sezione d'un canale perpendicolare da una nota altezza nell'orizzontale; si potrà ancora applicare un tubo perpendicolare ad un canale orizzontale, che subito l'acqua corrente tutto lo riempia.

Corollario I.

Dalle cose dimostrate apparisce, che i punti M, F. G. H sono in una iperboloide curva, un'asintota della quale, e X S, e le ordinate alla medesima B M. T F, ec. siano in reciproca suddupplicata proporzione di S T, ad S B; laonde se a tutti i punti del canale S X, si applichino le semiordinate all'asse della parabola, e si facciano eguali i rettangoli fatti dalle semiordinate all'asse della parabola, e dall'ordinate all'asintota fra loro corrispondenti; gli estremi punti delle semiordinate all'asintota, disegneranno la detta iperboloide, secondo la piega della quale si disporrà nel flusso la superficie dell'acqua. E questa iperboloide sarà la seconda in ordine, cominciando dall'iperbole comune, in cui l'ascisse dal centro stanno reciprocamente, come l'ordinate all'asintota in semplice proporzione; in questa poi reciprocamente, come l'ordinate all'asintota in doppia proporzione.

Corollario II.

Quel che si è dimostrato in un canale perpendicolare, vale ancora in un inclinato, se la velocità della superficie, e del fondo, sembri al senso eguale a causa della grandissima distanza dal principio, o per la grand'inclinazione, ovvero per la piccola altezza delle sezioni proporzionalmente all'inclinazione, o a causa degl'impedimenti pareggianti tra loro le velocità, come nel corollario, e scolio della Prop. 5. lib. 2. abbiamo notato. Imperocchè la superficie dell'acqua, sarà la stessa, che la descritta, il frusto della qual solidità sarà cilindro, averà la base contenuta da tre rette linee (cioè dalla lunghezza del canale tra le due sezioni, e dall'una, e l'altra perpendicolare delle prese sezioni) e dalla detta iperboloide. Del restante se si considera tutta la figura dell'acqua corrente, sarà la base di questa un trilineo infinito; cioè lo spazio fra l'asintota, e l'iperboloide, e l'altezza della prima sezione; e l'altezza, la stessa larghezza del canale. La qual figura dell'acqua sempre più s'altererà, quanto maggior sarà la proporzione delle velocità della superficie, e del fondo.

Co-

Corollario III.

Nella ftessa suppofizione, fe le ripe dello fteffo canale perpendicolari al fondo fi profeguiffero fecondo la centinatura della predetta iperboloide; di maniera che il punto S foffe centro comune di due iperbolidi, e infieme principio d' un canale, e fe fi tiraffe l' afintota pel mezzo dello fteflo canale', dimaniera che foffe comune all'una, e all'altra iperboloide; ed I M foffe la larghezza della prima fezione; farebbero le altezze di tutte le fezioni eguali, effendoche le fezioni d'eguale altezza fono fra loro come le larghezze;. ma le larghezze B M T F, o le loro duple I M. O F fono in reciproca fudduplicata proporzione delle linee S T. S B, e nella fteffa fudduplicata proporzione fono le velocità; adunque effendo le fezioni reciproche alle velocità, pafferà per effe eguale quantità d' acqua, e confeguentemente fe alcuno voleffe nel predetto cafo ritenere in tutti i luoghi delle fezioni la fteffa altezza del canale, bifognerebbe, che prolungaffe le ripe del canale fecondo la detta iperboloide.

S C O L I O III.

Per la qual cofa effendo nulla la velocità nel punto S, è manifefto l' altro afintota effere S L, effendochè i rettangoli fatti dalle linee delle velocità, e dell'altezze, ovvero delle larghezze del canale debbano effere eguali, ed effendo nulla la linea della velocità nel punto S; ne fegue che l'altezza, ovvero la larghezza della fezione S [fuppofto, che poffa fcorrere la quantità medefima d' acqua per S con niuna velocità, che per B colla data velocità] debba effere infinita, e in confeguenza che mai in alcun luogo non concorrerà coll' iperboloide: lo che però non può effere, perchè dal principio del canale, che è un fol punto, non può fgorgare alcuna quantità d'acqua, onde fi fchiva un infinita altezza di fezione.

Corollario IV.

Dalle fopraddette cofe chiaramente fi vede, che fe le larghezze delle fezioni ne' canali inclinati ec. fiano eguali, faranno le altezze delle medefime fra loro in reciproca fudduplicata proporzione delle diftanze dal principio dell'alveo; ma fe le altezze fi fuppongano eguali, le larghezze faranno nella fteffa proporzione.

Corollario V.

Similmente le altezze delle fezioni in un canale inclinato perpendicolare, faranno proporzionali all'altezze delle fezioni nell'altro canale in qualfivoglia modo inclinato, o perpendicolare, fe fi paragonino fra loro le fimili fezioni, ed eguale fia da per tutto la larghezza dell' uno, e dell'altro canale.

Co-

Corollario VI.

Di quì è, che se lo stesso canale più, o meno sia inclinato, le altezze delle date sezioni saranno fra loro proporzionali in qualsivoglia inclinazione.

PROPOSIZIONE IX.

Data una sezione di qualche cadente perpendicolare, e la distanza dal suo principio, ritrovare le rimanenti sezioni del medesimo.

Fig. 47. Sia la cadente proposta I Q H M, l'asse della quale sia S X perpendicolare all'orizzonte, ed il principio S, e la data sezione quella, che ha il diametro I M, bisogna ritrovare le rimanenti sezioni I. V. X. ec.

Coll'asse S X si descriva la semiparabola S A E, e si facciano le altre cose, come nella superiore proposizione; ma come C T ad A B, così si faccia il quadrato I M al quadrato O F; o il quadrato B M al quadrato T F, e come D V a C T così il quadrato T F al quadrato V G; e nel medesimo modo si trovi X H ec. Dico B M. T F. V G. X H essere semidiametri delle sezioni B. T. V. X;

Imperocchè per gli Scolj seguenti, tutte le sezioni parallele di qualche cadente sono fra loro simili, saranno dunque fra loro come i quadrati de' semidiametri dal centro. Laonde come il quadrato B M al quadrato T F, così la sezione I M alla sezione O F, ma come il quadrato B M al quadrato T F, così reciprocamente la velocità C T alla velocità A B; adunque come la sezione I M, alla sezione O F, così la velocità C T della sezione O F alla velocità A B della sezione I M; scorrerà dunque la stessa acqua per la sezione I M, che per la sezione O F. E nello stesso modo si dimostrerà, per le sezioni P G. Q H ec. scorrere la stessa quantità d'acqua, e in conseguenza le sezioni P G. Q H essere le sezioni del cadente ricercate.

SCOLIO.

Benchè il cadente perpendicolare di sua natura dovesse aver la forma di corpo conico, la base del quale sia la prima sezione, di qual figura ella si fosse, e la cima il centro comune di tutti i gravi, il quale con tutto ciò in gran distanza insensibilmente differirebbe dal cilindro; ma però, perchè per l'accrescimento della velocità, le gocciole dell'acqua, dentro la solidità del cilindrico, scambievolmente si doverebbero separare, stante la pressione esterna dell'aria, e concorrendo ancora l'attaccamento, che chiamano viscosità, il cilindrico verrà premuto verso la linea perpendicolare, che è asse di esso, in maniera che si fa un altro corpo conoidale di sua natura infinito, che per altro degenererebbe (essendo arrivato il moto all'equabilità, e perservando la medesima velocità) in cilindrico, col suo asse direttamente indirizzato al centro de' gravi, E questo è vero, rimossa quella resistenza dell' aria inferiore, che fa, che comunicato al cadente grand' impeto, o più presto, o più tardi, secondo il suo maggiore, o minor diametro, si disperga, primieramente in parti minori, dipoi ancora in una tenuissima rugiada. Noi però discorrendo del cadente, rimoviamo questo ultimo impedimento, ritenendo il concorso dell'acqua intorno al suo asse, come se si facesse un vaso tale,

che

che avesse l'orifizio superiore congruente alla prima sezione del cadente, e accomodato intorno all' asse dello stesso cadente; noi intendiamo di ricercare in questo vaso, quelle sezioni, che l'acqua cadente, cioè corrente con tutta la velocità, che alla sua caduta si richiede, senza eccesso, o mancanza empia per l'appunto. Supposto questo dimostrerò, che l' acqua talmente scorre giù intorno all'asse, che quella proporzione, che ha la distanza d' un punto nella circonferenza della sezione dal punto dentro essa, che è toccato dall'asse, alla distanza d'un altro punto, dallo stesso punto dell'asse, la medesima l'averà in qualunque sezione inferiore la distanza dell'acqua ad essa corrispondente dall'asse, alla distanza dell' acqua corrispondente al secondo punto, dal medesimo asse. v. gr. Sia il punto A, al quale termina l'asse, ed i punti C D nella circonferenza della luce G D H C, l'asse A B, e l'acqua discenda da C in E, e da D in F, e siano F B, F E nello stesso piano orizzontale; Dico che D A, ad A C starà come E B, B E. Imperocchè tutta l' acqua della linea A C descende in B E, bisogna, che A C, a B E abbia la medesima proporzione, che la velocità in B alla velocità in A; similmente perchè l'acqua, che sta nella linea D A discende in F B; sarà ancora come D A ad F B, così la velocità in B alla velocità in A. Sarà dunque come A C a B E, così A D, ad F B, e permutando come A C ad A D, così B E ad F B. *Fig.48.*

Dimostrato questo, dimostrerò ancora, che il lume G D H C sarà simile alla sezione I F K E. Imperocchè l'acqua, da A C passando in B E, striscia giù per l'asse, saranno A C. A B. B E nel medesimo piano, descendendo A C sempre a se parallela nel medesimo piano verticale; laonde essendo la luce, e la sezione orizzontali, saranno A C. B E, comuni sezioni de' piani orizzontali [e in conseguenza paralleli] col verticale fra loro parallele, per la medesima ragione saranno parallele G A. B I. D A, F B ec. laonde gli angoli G A C. I B E saranno eguali; ma sono, come s'è dimostrato, G A. A C proporzionali alle rette I B. B E; adunque i triangoli G A C. I B E saranno simili. Per la stessa ragione G A D. I B E ec. si mostreranno simili, e in conseguenza il poligono G D H C sarà simile, e similmente posto al poligono I F K E; laonde il poligono G D H C al poligono I F K E sarà in sudduplicata proporzione de' lati omologhi, come prendemmo nella antedetta proposizione.

SCOLIO II.

Il punto A è centro di gravità della luce G D H C, e il punto B centro di gravità della sezione I F K E; essendochè l'uno, e l'altro descendano verso 'l centro della terra, è necessario, che descendano in maniera, che i centri di gravità siano nella linea tendente al centro de' gravi, laonde l'asse del cadente sarà la linea, che pel centro di gravità della luce si tira al centro de' gravi. Adunque essendo in molte figure il centro della gravità, e della grandezza il medesimo, in questa è evidente l'asse del cadente passare pel centro delle figure, come nel cerchio, ellissi, parallelogrammo ec. se di tal figura sarà la luce, o prima sezione.

SCOLIO III.

Laonde se qualsivoglia canale cadente sia segato da piani paralleli a qualche sezio-

zione, si faranno tutte le sezioni fra loro simili, e similmente poste, e quando sarà arrivata la velocità del cadente all'equabilità, saranno anco fra loro eguali.

Corollario I.

Fig. 47. Dalla dimostrazione della proporzione ne segue, che la linea curva, che congiugne i punti M F G H, è una delle iperboloidi infinite, cioè nella quale l'ordinate all'asintota sono fra loro in proporzione reciproca subquadruplicata delle segate dal centro; imperocchè, essendo come il quadrato B M al quadrato T F, così C T ad A B, sarà la proporzione della linea B M a T F sudduplicata della proporzione di C T. A B; ma la proporzione di C T ad A B, è sudduplicata di S T a S B; adunque B M, a T F è in sudduplicata proporzione, di S T a S B, cioè in proporzione quadruplicata delle segate dal centro B M. T F; cioè di quella che hanno le ordinatamente applicate ad essa B M. T F reciprocamente. Adunque questa iperboloide sarà la quarta in ordine cominciando da quella, che si ricava dal cono, come accennammo nel coroll. 1. dell'antecedente proposizione.

Corollario II.

Di quì nasce S X essere asintota, ed S centro della predetta iperboloide, pel quale se si tira la retta S T ad angoli retti all'asintota, questa sarà l'altra asintota, imperocchè non essendo in S alcuna velocità, ne segue, che l'altezza della sezione S sarà infinita, e conseguentemente continuata la stessa iperboloide mai in alcun luogo non la toccherà.

Corollario III.

Adunque ne' numeri, se come S B ad S T così fa un quadratoquadrato T F ad un altro, sarà la sua radice quadratoquadrata la distanza dell'estrema acqua dall'asse della cadente; ovvero la distanza della cadente, dal centro di gravità della sezione, e lo stesso accaderà, se si pigli l'intero diametro O F in cambio di T F; imperocchè si troveranno i diametri analoghi delle sezioni, e continuando la proporzione si troveranno consimili tutte le distanze, ovvero i diametri.

Corollario IV.

Se la luce I M sia circolare, dalla revoluzione della figura B M H X intorno allo stabile asse B X, si descriverà, che il solido della cadente, e il vaso possa contenerla per l'appunto.

Corollario V.

Se la luce non sia circolare; ma almeno d'una tal figura, che tutt' le linee tirata per lo centro di gravità siano divise pel mezzo, come le

ellis-

ellissi, i parallelogrammi ec. i diametri transversi delle iperboloidi opposte, saranno eguali, ma se saranno ineguali le linee tirate dal centro di gravità alla circonferenza della luce, come nel triangolo equilatero ec. il centro di tutte le iperboloidi sarà lo stesso, cioè la sublimità della cadente; ma i diametri transversi ineguali, come sarà noto, a chi è versato nelle coniche sezioni.

Corollario VI.

Adunque data la proporzione di due sezioni, e la distanza tra l' una, e l' altra, si potrà ritrovare l' altezza della cadente, come se si dia la proporzione della sezione I M, alla sezione O F, e la distanza B T; basta applicare all' asse T B le perpendicolari B A, T C, le quali stiano fra loro reciprocamente, come le sezioni, e descrivere la parabola per gli punti C A intorno all' asse B T prolungato in S, sarà S suo vertice, e insieme centro della predetta iperboloide, e principio della cadente. Il che ancora vale proporzionalmente nel caso dell' antecedente proposizione, come ancora molte cose ivi notate, quì proporzionalmente si debbono referire.

PROPOSIZIONE X.

Nella data sezione del canale inclinato, per quelle la velocità dell' acqua corrente sarà ritardata, ritrovare la proporzione, che ha la media velocità intera, alla media velocità ritardata. *Fig. 49.*

Sia il canale inclinato A B, nel quale sia la sezione B coll' altezza B E, e sia ritardata la velocità da A in B, bisogna trovare la proporzione, che ha la media intera velocità della sezione B E, alla velocità media ritardata della medesima sezione B E.

Si serri la sezione B sopra B E, v. gr. si lasci andar giù la cataratta K E, di maniera, che la sua parte inferiore E combagi colla superficie dell' acqua, e ritardata da vantaggio la velocità della sezione B E, secondo il senso della quarta Proposizione del lib.4. si osservi a quanta altezza si alzi l'acqua, e sia B M, e la permanente superficie H I.

Perciocchè sotto la altezza B M passa la medesima quantità d' acqua per la sezione B E, che prima passava per la maggiore avanti d' avere ritardata la velocità; restituita la medesima, sarà la velocità media l' istessa di prima; adunque descritta la parabola B I Q intorno all' asse B I, sarà B E P Q il complesso delle velocità della perpendicolare B E, di cui si trovi la velocità media B D, e sarà tanto il complesso, quanto la velocità media dell' acqua, che passa per B E, con velocità ritardata. Similmente intorno all' asse K B, si descriva la parabola K B C; parallela alla predetta e prolungate l' E P. B D si farà il complesso delle velocità B E S C, dovuto all' intera velocità della perpendicolare B E, e di questa si trovi la media velocità B N; perchè dunque le parabole B I Q. B C K sono parallele, saranno B N. B D proporzionali alle medie velocità; adunque come sta B N, a B D, così la media intera velocità della perpendicolare B E alla velocità media ritardata della medesima perpendicolare. Il che ec.

Corollario I.

Di quì è chiaro, che B D a D N ſta come la velocità ritardata alla perduta, e al contrario B N a D N ſta come l'intera velocità alla perduta.

Corollario II.

Deſcritti dunque ſopra B D. B N i rettangoli nell'altezza comune B E, cioè B R. B O, ſaranno queſti i compleſſi delle velocità intere, e delle reſidue; laonde il compleſſo intero delle velocità al compleſſo reſiduo, averà la proporzion del rettangolo B O al rettangolo B R; cioè della velocità media intera B N alla reſidua, o retardata B D ec. e lo ſteſſo ſi dica de' compleſſi delle velocità di tutta la ſezione.

Corollario III.

Dalle ſopra eſpoſte propoſizioni, e dalla miſura dell' acqua corrente colla reſidua velocità, ritrovata colla regola generale della Propoſizione ultima del lib. 4. facilmente ſarà manifeſta la miſura dell'acqua, che potrebbe ſcorrere per la ſezione, in caſo che non foſſe ritardata la velocità; e ſimilmente la miſura della acqua non iſcorſa, la quale per altro ſarebbe potuta ſcorrere per la medeſima ſezione, rimoſſa la ritardazione, eſſendochè queſte quantità ſono proporzionali alle velocità medie predette, delle quali ſe ne ſarà cognita una in qualche miſura aſſoluta, e determinata, ancora le rimanenti ſi fanno manifeſte nella medeſima miſura.

SCOLIO.

Il ritardamento dell'acqua nella ſezione ſerrata ſopra alla ſuperficie dell' acqua, ſi può avere in più modi, poſto qualunque impedimento avanti alla ſezione, la quale ſe riſtrignerà la ſezione, fatta l'elevazione dell'acqua ſi dee rimuovere, e laſciare che di nuovo ſi fermi la ſuperficie dell' acqua; imperocchè diſcenderà qualche poco con aver reſtituita la larghezza alla ſezione, e ſe col laſciare andare la cataratta fra la ſuperficie dell'acqua, l' acqua ſarà creſciuta fino alla permanente ſuperficie, queſta ſi dee un poco rialzare, tanto che ritorni nel primiero ſito, e ſi debbe oſſervare l'altezza, alla quale ſi fermerà l'acqua di nuovo diſcendendo.

PROPOSIZIONE XI.

Fig. 49. Data la proporzione, che ha la velocità ritardata media alla velocità intera media, e l'altezza, che ha l' acqua correndo con velocità ritardata nella data ſezione, ritrovare l'altezza nella medeſima ſezione, ſotto la quale ſcorrerebbe la ſteſſa acqua con velocità intera.

Sia la velocità reſidua all'intera, come B D a B N, e l'altezza dell'acqua corrente colla velocità media B D nella ſezione B ſia B E, biſogna ritro-

trovare l'altezza, che farebbe la stessa acqua correndo coll'intera velocità nella medesima sezione.

Si faccia come B N, a B D, così B E ad un altra v. gr. B F, dico B E essere l'altezza ricercata. Imperocchè, essendo reciproche le altezze delle sezioni, e le velocità medie, e come le altezze delle sezioni, così le stesse sezioni, essendo della medesima larghezza, saranno le medie velocità reciproche alle sezioni; laonde la quantità dell'acqua, che esce per la sezione B coll'altezze B E e colla velocità B D media, sarà eguale alla quantità dell'acqua, che esce per la stessa sezione B coll'altezza B F, e colla velocità B N; ma B N è la velocità intera, e B D la velocità retardata, adunque per la sezione B coll'altezza B E, e colla velocità retardata, passerà eguale quantità d'acqua a quella, che può scorrere per la stessa sezione coll'altezza B F, e coll'intera velocità. E dunque l'altezza B F quella che farebbe l'acqua del canale A B correndo con intera velocità. Il che ec.

Corollario I.

Lo stesso problema si scoglie, se si darà la proporzione dell'intera velocità, alla velocità perduta, ovvero della residua, alla perduta; essendoche da queste facilmente si raccoglie la proporzione della velocità residua, all'intera.

Corollario II.

E chiaro ancora il converso del problema, cioè, se si desse per altro metodo l'altezza della sezione, quando l'acqua scorre con velocità retardata; e l'altezza della sezione, quando la stessa acqua scorre con velocità intera, o almeno la proporzione delle medesime, si darebbe ancora la proporzione dell'intera velocità, e della retardata.

FINE DEL LIBRO QUINTO.

LIBRO VI.

Nel quale si propongono, l'artifizio, e il fondamento del distribuire con proporzione l' acque provenienti dagli acquedotti, da' canali, e dalle conserve.

PROPOSIZIONE I.

N un canale orizontale, che sempre seguiti colla medesima larghezza, se li si cresca l'acqua, l' altezza dell' acqua accresciuta, e quella non cresciuta in una sezione, è nella medesima proporzione, che è in tutte l'altre.

Fig. 50. Sia il canale A B, che abbia tutte le sezioni d' una larghezza medesima, e la sua superficie sia F E; la quale, per l' aggiunta di nuova acqua, s' intenda elevarsi fino in C D; dico che l' altezza A F dell' acqua non accresciuta, all' altezza dell' acqua accresciuta A C nella sezione A, ha la stessa proporzione, che l' altezza dell' acqua non cresciuta B E all' altezza dell' accresciuta B D, nell' altra sezione B.

Conciossiachè A B è canale orizontale sarà la superficie F E, pel coroll. 1. prop. 1. lib. 5, parallela al fondo A B; ma ancora la superficie C D per la stessa causa, è equidistante al fondo A B; adunque le tre rette B A, E F, D C saranno parallele; ma sono ancora parallele A C, B D; adunque come F C ad A F, così D E, ad E B, e componendo, come C A, ad A F, così D B ad B E, e invertendo, come A F a C A, così B E a B D, Il che ec.

SCO-

SCOLIO I.

Se a un canale orizontale sia applicato un canale inclinato, v. gr. se al canale A B orizontale, si applichi B I inclinato, la parte di esso G B non si considera, come canale orizontale, ma come medio fra l' orizontale, e l' inclinato; imperocchè facendosi H principio del canale inclinato, l' acqua fra H, e B sarà premuta, e farà la superficie H B più bassa di H C, come altrove abbiamo dimostrato.

SCOLIO II.

Perchè dunque è possibile ad un canale, che abbia il fondo orizontale, applicarvene uno tanto poco inclinato, che il suo principio convenga colla prima altezza del canale, secondo il fondo del canale orizontale, questo naturalmente parlando non sarà canale orizontale, ma una cosa di mezzo fra l' orizontale, e l' inclinato, essendochè il vero canale orizzontale non debba niente partecipare col canale di altro genere.

SCOLIO III.

Di quì è, che se in vece del canale orizontale non se ne sostituisca alcun altro, ma l' acqua liberamente possa scorrere; questa forma di canale, benchè abbia il fondo orizontalmente posto, non ubbidisce però esattamente alle leggi de' canali orizontali; poichè la cascata del predetto canale descrivendo una linea parabolica, per quel che è stato dimostrato dal sottilissimo Torricelli, è evidente, che l' acqua cadente prende infinite inclinazioni di canali secondo, che le figure di essa sono infinite tangenti; e però il canale, che si tiene per orizontale, ha comunicazione con infiniti canali inclinati, e in conseguenza partecipa spesse fiate, e successivamente le proprietà di tutti.

SCOLIO IV.

Ma perchè quanto è minore l' inclinazione del canale applicato, tanto ancora è minore la differenza fra l' altezza nella prima sezione del canale inclinato, e l' altezza nell' orizontale, di quì è, che in poca inclinazione d' un canale applicato si può fare insensibile la differenza dell' una, e l' altra altezza, ed impercettibile ad ogni senso; e però ancora fisicamente si può pigliare come eguale, ed il canale impropriamente orizontale, si può considerare come se veramente fosse tale.

SCOLIO V.

Se un canale di questa sorte orizontale abbia diversa larghezza, basta stringere talmente l' ultima sezione, che sia la minore di tutte l' altre, o almeno non minore della minima, acciocchè pel coroll. 2. prop. 5. lib. 5., sia dapertutto la medesima altezza.

PROPOSIZIONE II.

Se per un lume fatta nella sponda d' un canale orizontale, che sia da pertutto di eguale larghezza, si derivi dal canale dell'acqua; sotto al foro sarà premuta la superficie dell'acqua; ma se data sia la proporzione dell' acqua derivata a tutta l'acqua del canale, e si ristringa la sezione sotto il foro, di maniera che, come sta tutta l'acqua a quella, che rimane nel canale, così stia la larghezza viva della sezione dirimpetto alla luce, o sopra la luce, alla simile larghezza della sezione inferiore, sarà parimente la medesima altezza dell'acqua nell'una, e nell'altra sezione.

Sia il fondo del canale orizontale A B C D pel quale scorra l' acqua permanente nel medesimo stato, ed i suoi lati A C, B D, siano paralleli; e pel foro G F si derivi qualsivoglia porzione d' acqua. Dico che la superficie dell' acqua sotto F s' abbasserà; ma se si ristringerà la sezione E F, di maniera, che come sta l' acqua, che passa per A B all' acqua, che dee passare per la sezione E F, così stia la larghezza A B alla larghezza H F; dico che tanto in A B, quanto in H F sarà la medesima altezza; e se da un altro foro I L si derivi un'altra porzione d'acqua, e talmente si restringa la sezione M L, che come sta l' acqua A B all'acqua per N L, così A B ad N L. Dico che tanto in A B che in N L sarà la medesima altezza.

Fig. 51.

Imperocchè si tiri H O parallela alla lunghezza del canale B D, che seghi A B in O. E perchè A B è eguale ad H F; sarà la proporzione di A B ad H F, la stessa, che di O B ad O B; ma come A B ad H F, così l'acqua per A B all'acqua per H F; adunque come A B ad O B così l'acqua per A B all' acqua per H F; ma come A B, ad O B così l'acqua per A B all'acqua per O B; adunque come l'acqua per A B all'acqua per O B, così l' acqua per A B all'acqua rimanente, e in conseguenza sarà l'acqua per O B eguale alla rimanente acqua, che debbe scorrere per la sezione H F; laonde, essendo le larghezze O B, H F eguali saranno i complessi delle velocità d' una perpendicolare nella sezione O B, e d' una perpendicolare nella sezione H F eguali; e sono le dette perpendicolari, asse delle parabole (essendo che da queste si circonscrive il complesso delle naturali velocità) adunque essendo le parabole eguali, ancora gli assi, o l' altezze delle sezioni O B, H F saranno eguali. Nello stesso modo si dimostrerà, che nella sezione N L verrà la medesima altezza d' acqua, che in A B. essendo dunque necessario, acciocchè nelle sezioni A B, E F sia la medesima altezza d' acqua, restringere la sezione inferiore E F, in H F; ne segue, che allargata la parte E H, e ancora l' altre sezioni inferiori, l' acqua scorrerà talmente, che la sua altezza sia minore dell' altezza della sezione H F ristretta, ovvero d' A B. Il che ec.

Coroll. 1 *prop.* 4. *del* 1. *lib di questo* *prop.* 14. *del* 1. *di questo*. *Corol.* 2. *prop.* 2. *libro* 3. *di questo.*

Corollario I.

Di quì ne segue, che se si debba derivare dell' acqua da un canale orizontale, per molte luci fatte ne' lati del canale, se si ristringerà in maniera la sezione sotto all' infima luce, che tutta l'acqua del canale abbia quella proporzione alla rimanente nel canale dopo la distribuzione, che ha la larghezza del canale avanti la distribuzione, cioè sopra la luce superiore, alla larghezza della sezione ristretta sotto la luce inferiore, l' acqua sopra a que-

questa sezione, sempre si conserverà nella medesima altezza, non ostante le escite multiplici da diversi fori, o sia il canale regolare, o inregolare; cioè o siano tutte le sezioni naturali egualmente larghe, o nò, purchè le sezioni naturali non siano minori respettivamente delle ristrette.

Corollario II.

E chiaro ancora, che se nell'accrescimento dell'acqua si conservi la proporzione medesima, che ha l'acqua distribuita a tutta avanti l'accrescimento, sarà orizontale la superficie dell'acqua anche cresciuta, e in questo caso sarà ancora la medesima altezza d'acqua dapertutto, ma non sarà così, se sarà turbata la prima proporzione, essendochè il ristringimento del canale nella sezione inferiore dee essere proporzionato alla quantità dell'acqua residua.

PROPOSIZIONE III.

Se in un canale orizontale sia talmente ristretta la sezione inferiore, che non ostante la distribuzione dell'acque, fatte per più fori aperti più su, le basi de' quali siano nella medesima orizontale, e la superficie dell'acqua sia pure orizontale, sarà la proporzione dell'acque, che passano per diversi fori sempre la medesima, e superficie dell'acqua sempre sarà orizontale, in qualunque accrescimento, o scemamento dell'acque nel canale.

Sia un canale orizontale, il fondo del quale sia A B C D, e la larghezza viva B A, e la sua sponda F C, nella quale vi siano i fori aperti per di sopra H K, L N, che abbiano le basi H I, L M, nella stessa orizontale B C, e sia ristretta l'inferior sezione C D v. gr. in C E, di maniera che la superficie dell'acqua sopra a C E sia orizontale, v. gr. O R; Dico che, quantunque si elevi la superficie dell'acqua in F G, ancora F G sarà orizontale, e la proporzione che ha l'acqua per I P all'acqua per Q M sarà la medesima di quella dell'acqua per H K all'acqua per L N, *Fig. 52.*

Perchè è la medesima altezza d'acqua tanto nella sezione O A. quanto ne' fori P I, Q M, sarà la quantità dell'acqua per O A alla quantità dell'acqua per P I, come B A, ad H I; per la medesima ragione come B A ad L M, così la quantità per O A alla quantità per Q M, e come H I ad L M, così la quantità per P I, alla quantità per Q M; e come B A a C E così la quantità per O A alla quantità per R E. Laonde essendo l'acqua per O A eguale all'acque P I, Q M, R E insieme prese, sarà ancora la larghezza B A eguale alle basi H I, L M, C E prese insieme; e se C D sia eguale a B A, sarà E D eguale ad H I, L M insieme prese. Si divida dunque E D nelle parti E S, S D eguali ad H I, L M saranno V S, S X eguali a' fori P S, Q M; essendochè siano eguali l'altezze V E, P H ec.

Si intenda ora cresciuta l'acqua fino in F G, e chiusi i fori si supponga aperta tutta la sezione G D, perchè dunque B A. C D sono eguali, sarà l'altezza F B eguale all'altezza C G, e la sezione F A eguale alla sezione G D, si divida la sezione G D colle linee E Y. S T perpendicolari alla larghezza C D, di maniera che siano come tre sezioni G E. Y S. T D; sarà Y S eguale a K H, e T D eguale a L N; e come C D ovvero A B a C E. E S. S D, così tutta l'acqua ovvero l'acqua per G D all'acque per G E, per Y S, per T D; s'intenda a un tratto ri-

ftretta la fezione C D, in G E, e aperti i fori K H. N L, e perchè K H è eguale Y S, e L N è eguale a T D, e l'altezza è la medefima, farà l'acqua per K H eguale all'acqua, che paffa prima per Y S; e all' acqua che prima paffa per T D è eguale l'acqua per N L, adunque tant' acqua efcirà per le fezioni G E. K H. N L, quanta prima n' efciva per la fezione G D; laonde rimarrà la medefima fuperficie d'acqua, ma quefta prima era orizontale, adunque farà ancora dopo orizontale. Stando adunque ferme l'altezze eguali I K, M N, farà l'acqua per K H all' acqua per N L, come H I ad L M, ma come H I ad L M, così l'acqua per P I all'acqua per Q M; adunque come l'acqua per K H all' acqua per N L, così l'acqua per P I all'acqua per Q M. Il che ec.

Lemma.

Se per G E, L N. K H paffi eguale quantità d' acqua, che per F A. Dico che la fuperficie dell'acqua non fi muterà.

Imperocchè fe fi mutaffe, o s'alzerebbe, o s'abafferebbe, il primo non può feguire, effendochè l'alzamento dell'acqua o fuppone l' accrefcimento, che è contra il fuppofto; ovvero minore efcita che entrata, il che pure è contra il fuppofto; fimilmente nè anco il fecondo feguirà; perchè l'abbaffamento della fuperficie, o fuppone lo fcemamento dell'acqua, o il maggiore efito, che ingreffo, e l' uno, e l' altro parimente è contra il fuppofto. Di più nè meno può abbaffarfi v. gr. in G E, nè alzarfi in L N, poichè effendo tutte le cofe eguali, non v' è ragione alcuna, perchè fi abbia ad innalzare o abbaffare più quì che lì. Se dunque la fuperficie dell'acqua non s'alza, nè s'abbaffa, è neceffario, che fi mantenga la medefima.

SCOLIO.

E' contuttociò vero, che in fatti paffa qualche poca d' acqua più per la fezione G D, che per le tre fezioni G E, L N, K H, imperocchè vien meno diminuita la velocità dal contatto, e confricazione delle fponde, e del fondo, nell' intera fezione F A, o G D, che nelle fezioni G E. L N. H K, il che quantunque aftrattamente non fia confiderato, debbe però offervarfi praticamente: ma però in quefto cafo la fuperficie dell' acqua fi folleverà un poco dapertutto egualmente, e la diftribuzione fi farà proporzionalmente, fe non che l' impedimento della confricazione è maggiore ne' fori minori, che ne' maggiori, al quale inconveniente fi può rimediare, per configlio del famofiffimo Abate Caftelli, fe fiano tutti i fori eguali, e fimili (noi ci aggiungiamo ancora nella medefima orizontale) e fe fi faccia la diftribuzione con affegnare più fori nella data proporzione.

Corollario.

Se dunque da un canale orizontale fi debba cavare dell' acqua, e tutta diftribuirla fecondo la data proporzione, bafta nella fezione artificiale dividere la data altezza viva nella medefima proporzione; v. gr. fe tutta l' acqua, che paffa per la fezione artificiale d' un canale orizontale, che abbia la larghezza viva A B, fi debba diftribuire, o dividere in maniera, che di quelle

par-

parti che Tizio n' ha una, Sempronio n' abbia 3. Mevio 5. Cajo 7. Lucio, 8. Annio 6. e la rimanente parte dell' acqua, che dee scorrere pel canale, sia 60. si pigli tutta la somma, cioè 90. e si divida A B in altrettante parti delle quali 60. si lascino alla larghezza della sezione C E sotto le luci, per le quali si dee fare la distribuzione, e aperte le luci più su, si costituiscano colla base combaciante al fondo del canale; la base de' quali per Tito sia 1. per Sempronio 3. e così degli altri, e così in questa maniera, essendo l'acque proporzionali alle larghezze, ovvero alle basi delle luci in qualunque altezza, e le basi fra loro nella data proporzione, saranno ancora l'acque fra loro nella data proporzione, tanto tutta, che la rimanente, che quella, che si cava da' fori fatti; essendo che sopra i fori, che distribuiscono l'acqua, si conservi sempre la medesima altezza d' acqua, come è stato dimostrato.

SCOLIO II.

Per fuggire tutti gli scrupoli giova applicare a tutte le luci, canali orizzontali di conveniente lunghezza, cioè tanta, che possa rimuovere il dubbio del mescolamento in esse luci col canale inclinato. E per supplire per quanto si può l' eccesso dell' acqua che passa per le maggiori luci, a questi si applichi un canale più lungo, acciocchè al flusso dell' acqua si aggiunga maggiore impedimento, e così provvedere alla superflua quantità dell' acqua; o si dee adoperare l' artificio Castelliano di sopra esposto, secondo che l' occasione ci insegnerà essere o l' uno, o l' altro più a proposito.

PROPOSIZIONE IV.

Se da un canale orizzontale di eguale larghezza si distribuisca dell' acqua per più luci rettangole, e scolpite nella sponda del canale egualmente alti sotto la superficie dell' acqua; e nella sezione posta dopo le predette luci (cioè presa nella parte inferiore del canale dopo le luci) si pongano nel medesimo piano orizzontale, dove sono le basi delle luci, impedimenti eguali, simili, e similmente posti a tutte le luci de' fori. L' acqua fino all' inferior sezione si conserverà colla superficie nella medesima linea orizzontale; e in qualunque augumento d' acqua, l' acque derivate averanno la medesima proporzione.

Sia il canale orizzontale, il fondo del quale B A D C sia da per tutto d' eguale larghezza; e la sponda F C, nella quale siano fatte le luci rettangole P I. Q M, colle basi H I. L M nella medesima orizzontale v. gr. nel fondo del canale, e nella sezione G D nella linea C D, si piglino le linee S D, S E eguali alle basi delle luci H I. L M, e si alzino le perpendicolari V E, D X eguali alle altezze P H. Q L; e si compisca il rettangolo V D, di maniera che S X sia eguale a P I, ed V S eguale a Q M. Dico che, se V D si concepisca come impedimento; aperte le luci P I, Q M l' acqua della superficie verrà orizzontale, e che l' acqua per P I all' acqua per Q M in qualunque altezza sarà nella medesima proporzione. *Fig.* 53.

Imperocchè essendo il canale B A D C da per tutto di eguale larghezza; sarà la superficie v. gr. O R parallela al fondo B C siccome R Z parallela a C D; laonde O B. K H. L N. R C. Y E, D Z saranno eguali, essendo tutte fra loro parallele adunque; levate l' eguali P H. L Q. E V. D X,

D X; rimarranno K P. N Q. Y V. Z X eguali, e però le ſezioni V S, S X. P I. Q M, averanno ſopra di ſe la medeſima altezza d' acqua, ed eſſendo le ſezioni ſimili, ed eguali, conſeguentemente le loro velocità medie ſaranno eguali, eſſendo la velocità media di ciaſcuna quella che è perpendicolare v. gr. V E ſotto l'altezza Y E, laonde le quantità dell'acque ſaranno fra loro come le larghezze; ma S D è eguale ad H I, ed E S è eguale ad L M; adunque l'acqua per S X ſarà eguale all' acqua per P I, e l' acqua per V S, è eguale all'acqua per Q M, adunque poſto l' impedimento V D e inſieme aperte le luci P I. Q M, tant' acqua ſcorrerà per la ſezione rimanente R Z X V E C, e per le luci P I. Q M quanta prima n'era paſſata per l'intera ſezione G D, ovvero quanta ne paſſa per F A, adunque pel lemma antecedente, non ſi muterà la ſuperficie dell'acqua, ma ſarà la medeſima O R. Similmente ſi dimoſtrerà creſciuta l'altezza in F G in un libero canale ſenza luci, e di nuovo poſto l'impedimento medeſimo V D, e aperti i fori non mutarſi la ſuperficie orizontale F G. Sicchè eſſendo la ſuperficie F G egualmente elevata ſopra a tutti i fori, ſaranno le velocità medie di tutti eguali, e però le quantità dell'acqua in qualunque elevazione, ovvero in qualunque ſtato d'acqua, ſaranno fra loro come i fori, ed eſſendo queſti egualmente alti; ſaranno le quantità dell' acqua fra loro, come la larghezza delle luci, o de' fori in qualunque altezza di canale ec.

SCOLIO I.

Di quì è manifeſta la regola di diſtribuire l'acque, mediante la diſtribuzione da canali orizzontali per gli fori naſcoſi ſotto acqua, ed in maniera, che ſempre ſi conſervi in qualunque altezza d'acqua la medeſima proporzione, imperciocchè ſe la ſezione ſotto i fori, la larghezza della quale ſia eguale alla larghezza viva della ſezione ſopra i fori, s' impediſca con un impedimento, la ſuperficie del quale oppoſta al corſo dell'acqua ſia rettangola, e colla baſe combaci colla larghezza della ſezione v. gr. C A B D, la di cui baſe A B, o ſi divida colle linee E F, G H ec. in una data proporzione; e ſi facciano i fori nelle ſponde, eguali, ſimili, e ſimilmente poſti a' rettangoli A F, F G ec. e colla ſua baſe, che convengano col fondo del canale; queſti diſtribuiranno l' acqua nella data proporzione come ſi è dimoſtrato. O poſte le baſi de' fori conbacianti il fondo del canale, e fatta l' altezza di tutti eguale, ma la larghezza ſecondo la deſiderata proporzione; da tutte queſte coſe meſſe inſieme ſi potrà comporre l'area dell' impedimento da apporſi al corſo dell'acqua nella ſezione ſotto a' fori.

Fig. 54.

SCOLIO II.

La medeſima dimoſtrazione, vale ſe le luci ſiano d'altra figura, che rettangoli, e ſotto diverſa altezza, ſe ſi apponga a tutti nella ſezione impedimenti ſimili, eguali, ed egualmente poſti, di maniera che impediſcano tanto d'acqua, quanta ne dee paſſare per la luce a ſe corriſpondente. Noi dimoſtrammo la proporzione ſecondo la pratica più facile, da metterſi in opera ſenza alcuna fatica.

SCO-

SCOLIO III.

Simile è la ragione di distribuire l' acqua da un lago, palude, conserva ec. se non che, non v' è bisogno d' alcuno impedimento, essendochè in questa sorte di ricettacoli d' acque la superficie dell' acqua è sempre nella medesima orizontale, onde è chiaro, che se le basi delle luci si costituiscano nella medesima orizontale, e tutte siano alla medesima altezza, le proporzioni dell' acqua sono fra loro come le larghezze delle luci, e che però è facilissima questa distribuzione d' acque, giusto in quel modo, che si è detto di sopra della derivazione da' canali orizontali.

SCOLIO IV.

Da quanto si è dimostrato, si può chiaramente vedere, la distribuzione dell' acqua, che si fa per pollici, once, quinarie ec. non essere permanente, se non si fa la distribuzione in luogo, dove sempre si mantenga la stessa superficie d'acqua, non alterabile in verun modo; lo che di rado, o non mai accaderà; essendo, che se questa può alzarsi, o abbassarsi, è chiaro, se v. gr. una quinaria, come appresso gli antichi, si prenda nella misura determinata, e assoluta in ordine all' area della luce, questa quinaria essere sempre la medesima, ma che la quantità dell' acqua sarà ora maggiore, ora minore. Ma se la quinaria si prenda in una misura determinata non in ordine all' area della luce, ma in ordine ad una quantità certa d' acqua, che passa per una luce in un dato tempo, questa quinaria ora più, ora meno della medesima luce diffonde, secondo la maggiore, o minore altezza dell' acqua sopra i centri della velocità delle luci. Ed è cosa molto difficile ritenere sempre in una conserva la medesima superficie, per emissari, o diversioni che abbiano il fondo nel piano della superficie, che pretendiamo mantenere nell'acqua permanente; imperocchè essendo necessario, pel vario accrescimento d' acqua, che l'acqua sopra il detto fondo scorra con varia altezza, ed essendo questa regola quella, secondo la quale si dispone la superficie dell' acqua nella conserva; conseguentemente ancora sarà varia la superficie dell' acqua, secondo il vario accrescimento d' acqua; di maniera che, almeno secondo me, è difficilissimo, se non impossibile, ritenere sempre con macchina stabile la medesima superficie d' acqua

SCOLIO V.

Similmente dalle cose dette pare, che si possa concludere, che se ne' canali inclinati si dia qualche artificio, col quale si faccia, che non ostante l' escita per le luci fatte nelle sponde, la superficie dell' acqua sia parallela al fondo in qualunque altezza, si potrà fare la distribuzione dal canale inclinato col metodo, che abbiamo adoperato nel canale orizontale.

SCOLIO VI.

Questo artifizio potrà essere, se il canale inclinato sia diviso, come in più ca-

canali orizontali; come ſe il canale inclinato A B ſi divida in quattro canali orizontali A F. CG. DH. EI; imperocchè l'acqua dopo la caduta perpendicolare F C. G D ec. quaſi ſubito ſi diſpone all'altezza, che richiede il corſo ſopra i fondi orizzontali C G. D H ec. in maniera, che ſi poſſano fare in luogo conveniente, nelle ſponde del canale, le luci, che diſtribuiſcano acqua ſecondo la deſiderata proporzione. Vi poſſono ancora eſſere altri artificj pel medeſimo fine come le diverſioni laterali, ne' quali l'acqua ceſſante il fluſſo, orizontalmente ſi livella, nelle ſponde de' quali, ſi potranno diſporre le luci diſtribuenti, come ſi è detto di ſopra ec. ma queſti, ed altri gli laſciamo da eleggere, o ritrovare ſecondo l'occaſione al giudizio de' pratici.

Fig. 55.

S C O L I O VII.

Siccome laſciamo l'applicazione di queſta dottrina a' diverſi caſi, che poſſono occorrere nella pratica, eſſendochè da tanti che fin quì ſe ne ſon detti ciaſcuno facilmente può raccorre una regola di applicare la noſtra dottrina ſecondo, che comporterà la varietà, e l' eſigenza delle condizioni.

FINE DEL LIBRO SESTO.

AG

AGGIUNTA.

Tavola degli ſpazi dovuti alle velocità.

PEravventura potrebbero ſembrare imperfette, e per poco inutili queſte noſtre ſpeculazioni Idrometriche, che in queſti ſei libri abbiamo eſpoſte, ſe nella propoſizione 10. del libro 2. io non aveſſi dimoſtrata la maniera di determinare gli ſpazj, che l' acqua può ſcorrere con una data velocità in un dato tempo Ma ſarebbe mancato qualcoſa alla ſua perfezione, ſe anco io aveſſi laſciato a carico del Lettore il tedio di farl' eſperienze, e i calculi. Adunque, acciocchè per quanto permette la tenuità delle forze mie, e del mio ingegno, non manchi mai alla pubblica utilità, determinai fin dal principio dell' opera far l' uno. e l' altro, riducendo in una particolar Tavola gli ſpazj dovuti alla velocità, determinando la velocità dalla ſua cagione, cioè o dalla ſceſa, o dalla preſſione, concioſſiachè ſufficientemente appariſce dalle coſe fin quì dimoſtrate, che l' una, e l' altra tornano tutt' una.

Vero è che ho indugiato fino ad ora a far ciò, sì perchè rifacendo molte fiate l' eſperienza, aveſſi un fondamento più certo di queſta Tavola, sì perchè non ſi metteſſe fuori queſta tavola fatta con gran conſumo di tempo, e di fatica prima di averne veduta la ſua utilità, e neceſſità,

Adeſſo adunque finalmente la diamo, mediante la quale facilmente ſi potrà calculare la miſura di qualſivoglia fiume, giuſta la norma da noi dimoſtrata, conſiſtendo nella moltiplicazione della ſola area della ſezione artificiale, ovvero del regolatore collo ſpazio dovuto alla velocità media, il quale a ciaſcun' oncia d' altezza, o di ſceſa perpendicolare è dimoſtrato dalla Tavola; talchè per avventura tutta la dottrina noſtra dell' acque correnti ſi raggiri nell' uſo di eſſa, e ſi racchiugga in eſſa come in compendio.

Del reſto noi ci aggiunſamo il fondamento, l' uſo, e l' applicazione della tavola, non ſolo per rendere, come ſi dee ragione del fatto, ma anco per aprire colla dimoſtrazione, e co' precetti, e coll' eſempio a' miſuratori dell' acque una ſtrada piana, e facile di miſurar l' acque correnti, anzi per appianarla, e renderla loro libera da ogni oſtacolo.

Tavola delli spazj dovuti alla velocità, giusta l' altezza, o scesa dell' acqua per un minuto d' ora.

Altezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once
	1	62	6	2	1	312	5
	2	88	4	2	2	318	7
	3	108	2	2	3	324	8
	4	124	11	2	4	330	7
	5	139	8	2	5	336	5
	6	153	0	2	6	342	2
	7	165	4	2	7	347	10
	8	176	8	2	8	353	5
	9	187	5	2	9	358	11
	10	197	7	2	10	364	4
	11	207	3	2	11	369	7
1	0	216	5	3	0	374	10
1	1	225	5	3	1	380	
1	2	233	9	3	2	385	2
1	3	242	0	3	3	390	2
1	4	249	11	3	4	395	2
1	5	257	7	3	5	400	1
1	6	265	1	3	6	404	11
1	7	272	4	3	7	409	8
1	8	279	5	3	8	414	5
1	9	286	4	3	9	419	1
1	10	293	0	3	10	423	9
1	11	299	8	3	11	428	4
2	0	306	1	4	0	432	10

Altezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once
4	1	437	4	6	9	562	4
4	2	441	9	6	10	565	9
4	3	446	2	6	11	569	2
4	4	450	6	7	0	572	7
4	5	454	10	7	1	576	0
4	6	459	1	7	2	579	5
4	7	463	4	7	3	582	9
4	8	467	6	7	4	586	1
4	9	471	8	7	5	589	5
4	10	475	10	7	6	592	9
4	11	479	11	7	7	596	0
5	0	483	11	7	8	599	3
5	1	488	0	7	9	602	6
5	2	491	11	7	10	605	9
5	3	495	11	7	11	608	11
5	4	499	10	8	0	612	2
5	5	503	8	8	1	615	4
5	6	507	7	8	2	618	6
5	7	511	4	8	3	621	8
5	8	515	2	8	4	624	9
5	9	519	0	8	5	627	11
5	10	522	9	8	6	631	0
5	11	526	5	8	7	634	1
6	0	530	2	8	8	637	2
6	1	533	10	8	9	640	2
6	2	537	5	8	10	643	3
6	3	541	1	8	11	646	3
6	4	544	8	9	0	649	3
6	5	548	3	9	1	652	3
6	6	551	9	9	2	654	3
6	7	555	4	9	3	658	3
6	8	558	10	9	4	661	2

Altezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once
9	5	664	2	12	1	752	4
9	6	667	1	12	2	754	11
9	7	670	0	12	3	757	6
9	8	672	11	12	4	760	1
9	9	675	10	12	5	762	8
9	10	678	8	12	6	765	2
9	11	681	7	12	7	767	9
10	0	684	5	12	8	770	3
10	1	687	3	12	9	772	10
10	2	690	1	12	10	775	4
10	3	692	11	12	11	777	10
10	4	695	9	13	0	780	4
10	5	698	6	13	1	782	10
10	6	701	4	13	2	785	4
10	7	704	1	13	3	787	10
10	8	706	10	13	4	790	3
10	9	709	7	13	5	792	9
10	10	712	4	13	6	795	2
10	11	715	1	13	7	797	8
11	0	717	10	13	8	800	1
11	1	720	6	13	9	802	6
11	2	723	3	13	10	805	0
11	3	725	11	13	11	807	5
11	4	728	7	14	0	809	10
11	5	731	3	14	1	812	2
11	6	733	11	14	2	814	7
11	7	736	7	14	3	817	0
11	8	739	3	14	4	819	5
11	9	741	11	14	5	821	9
11	10	744	6	14	6	824	2
11	11	747	1	14	7	826	6
12	0	749	9	14	8	828	10

Altezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once
14	9	831	2	17	5	903	3
14	10	833	7	17	6	905	5
14	11	835	11	17	7	907	6
15	0	838	3	17	8	909	8
15	1	840	7	17	9	911	10
15	2	842	10	17	10	914	0
15	3	845	2	17	11	916	1
15	4	847	6	18	0	918	3
15	5	849	9	18	1	920	4
15	6	852	1	18	2	922	6
15	7	854	4	18	3	924	7
15	8	856	8	18	4	926	8
15	9	858	11	18	5	928	9
15	10	861	2	18	6	930	11
15	11	863	5	18	7	933	0
16	0	865	9	18	8	935	1
16	1	868	0	18	9	937	2
16	2	870	3	18	10	939	2
16	3	872	5	18	11	941	4
16	4	874	8	19	0	943	5
16	5	876	11	19	1	945	5
16	6	879	2	19	2	947	6
16	7	881	4	19	3	949	7
16	8	883	7	19	4	951	7
16	9	885	9	19	5	953	8
16	10	888	0	19	6	955	9
16	11	890	2	19	7	957	9
17	0	892	4	19	8	959	9
17	1	894	6	19	9	961	10
17	2	896	9	19	10	963	10
17	3	898	11	19	11	965	10
17	4	901	1	20	0	967	11

Alezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once
20	1	969	11	22	9	1032	4
20	2	971	11	22	10	1034	2
20	3	973	11	22	11	1036	1
20	4	975	11	23	0	1037	11
20	5	977	11	23	1	1039	10
20	6	979	11	23	2	1041	8
20	7	981	11	23	3	1043	7
20	8	983	10	23	4	1045	5
20	9	985	10	23	5	1047	4
20	10	987	10	23	6	1049	2
20	11	989	10	23	7	1051	0
21	0	991	10	23	8	1052	11
21	1	993	9	23	9	1054	9
21	2	995	9	23	10	1056	7
21	3	997	8	23	11	1058	5
21	4	999	8	24	0	1060	3
21	5	1001	7	24	1	1062	1
21	6	1003	6	24	2	1063	11
21	7	1005	6	24	3	1065	9
21	8	1007	5	24	4	1067	7
21	9	1009	4	24	5	1069	5
21	10	1011	3	24	6	1071	3
21	11	1013	3	24	7	1073	1
22	0	1015	2	24	8	1074	11
22	1	1017	1	24	9	1076	9
22	2	1019	0	24	10	1078	6
22	3	1020	11	24	11	1080	4
22	4	1022	10	25	0	1082	2
22	5	1024	8	25	1	1083	11
22	6	1026	7	25	2	1085	9
22	7	1028	6	25	3	1087	6
22	8	1030	5	25	4	1089	4

Altezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once
25	5	1091	1	27	9	1140	1
25	6	1092	10	27	10	1141	10
25	7	1094	8	27	11	1143	6
25	8	1096	6	28	0	1145	3
25	9	1098	3	28	1	1146	11
25	10	1100	0	28	2	1148	7
25	11	1101	10	28	3	1150	4
26	0	1103	7	28	4	1152	0
26	1	1105	4	28	5	1153	9
26	2	1107	1	28	6	1155	5
26	3	1108	10	28	7	1157	1
26	4	1110	7	28	8	1158	9
26	5	1112	5	28	9	1160	6
26	6	1114	2	28	10	1162	2
26	7	1115	11	28	11	1163	10
26	8	1117	8	29	0	1165	6
26	9	1119	4	29	1	1167	2
26	10	1121	1	29	2	1168	10
26	11	1122	10	29	3	1170	6
27	0	1124	7	29	4	1172	2
27	1	1126	4	29	5	1173	10
27	2	1128	1	29	6	1175	6
27	3	1129	9	29	7	1177	2
27	4	1131	6	29	8	1178	10
27	5	1133	3	29	9	1180	6
27	6	1134	11	29	10	1182	1
27	7	1136	8	29	11	1183	9
27	8	1138	5	30	0	1185	5

APPENDICE.

Il fondamento della sopraddetta tavola si ha nella prop. 10. lib 2. di questo trattato, e dall'esperienza seguente, di cui quivi si fece menzione, e che mentre queste cose erano sotto il torchio, cioè il dì 7. del corrente Agosto, di nuovo si rifece coll'ajuto di molti miei amici, e favorendomi della sua presenza l'Illustriss. Sig. Conte Girolamo Bentivogli degnissimo Senatore di questa Città.

Conciossiachè piena una conserva d'acqua vi si adattò una cannella, quale si descrisse nella prop 1. del lib 2. ma che avesse la luce quadra forata in una lametta di metallo, un lato dalla quale era un quarto d'oncia; ed era posta in tal maniera, che il lato inferiore, ovvero la base della luce fusse e orizontale, e sommersa sotto la più alta superficie dell'acqua piedi tre, e once undici per l'appunto; sicchè al suo centro soprastassero piedi 3., e once 10 e sette ottavi d'acqua (confondo quì il centro della figura, col centro della velocità, essedno differenti insensibilmente) Fermate in tal guisa le cose, nel tempo di 65. vibrazioni, che nel mio oriuolo a molla rispondevano a un minuto d'ora, l'acqua escita dalla suddetta luce, mantenuta sempre la medesima superficie dell'acqua, sbattuto il peso del vaso, fu lib.32. onc. 10., e ripetuta otto volte questa sperienza, sempre senza alcuna variazione, escì la medesima quantità d'acqua. Dipoi pesammo l'acqua contenuta in un vaso di metallo, la cui interna cavità era cubica, e il lato era d'un' oncia per l'appunto; questa pesò in una esatta bilancia un oncia, e grani 146. , cioè grani 786.

Supposte queste cose, le seguenti si fanno manifeste pel calculo. Divise libbre 32. once 10. d'acqua cioè once 394., ovvero grani 252160. per 786. grani peso d'un oncia cubica d'acqua, ne vengono $320 \frac{320}{393}$ once cubiche d'acqua uscita nel detto tempo. Laonde questa acqua ridotta in un prisma retto, la cui base sia un oncia quadra, averà di lunghezza, o altezza once $320. \frac{320}{393}$ e per conseguenza se s'intenda ridotta in un prisma retto, la cui base sia $\frac{1}{4}$ d'oncia, sarà sedici volte più alto, poichè il quadrato d' $\frac{1}{4}$ d'oncia è subsestidecuplo del quadrato d'un oncia. Adunque sarà l'altezza del secondo prisma once $5133 \frac{11}{393}$ cioè piedi 427. once $9 \frac{11}{393}$ che sarà la velocità media, o lo spazio dovuto alla velocità dell'acqua sotto l'altezza di piedi 3. once $10 \frac{7}{8}$ Se adunque si faccia come once $46 \frac{7}{18}$ a once 47 così il quadrato d' once $5133 \frac{11}{393}$ cioè 26347976 al quadrato 26418237 la sua radice d' once 5140 ovvero piedi 428 once 4 sarà lo spazio dovuto alla velocità sotto l'altezza dell' acqua once 47. ovvero piedi 3 once 11. Nel medesimo modo l'altre velocità per tutte l'altezze espresse nella tavola si trovarono per mezzo di questa sperienza.

Se uno non si fida di questa nostra osservazione, che è la radice di tutta la tavola, o dubiti esser diversa la prontezza, e la fluidità al moto di questa, o di

o di quell'acqua, ſiccome è diverſo il peſo, potrà ripetere l' eſperienze, e fare la tavola più eſatta, e proporzionata a miſurare la fluidità della ſua acqua, in cui però ſchiferà il lungo tedio del calculare, e particolarmente in eſtrarre le radici quadrate, eſſendochè dalla noſtra tavola poſſa ciaſcuno mutare per la ſola regola delle proporzioni gli ſpazj dovuti alle velocità ſecondo la propria eſperienza. A noi frattanto ſervirà l'avere accennato il modo, col quale ſi poſſono far manifeſti queſti ſpazj, e d'avere dalle noſtre eſperienze formatane la tavola, che noi non abbiamo tirata avanti oltre la profondità di piedi 30., perchè di rado i fiumi paſſano queſta altezza, almeno nella noſtra Europa; anzi ſe ſi debba aggiungere la ſola velocità alla velocità del centro; potrà ſervire ne' canali orizzontali, e in quelli che ſono ad eſſi ſimiglianti fino all'altezza di piedi 67 $\frac{1}{2}$ d'acqua.

L'uſo adunque della tavola è queſto. Ogni volta che ſi cerca lo ſpazio dovuto alla velocità, ſi trovi l'altezza dell'acqua nella colonna ſiniſtra, e nella colonna addirimpetto ſi vedrà lo ſpazio, che l'acqua ſcorrerà nello ſpazio d'un minuto d'ora, di cui uno ſi debbe ſervire, come ſopra ſi diſſe in varj luoghi, e particolarmente nella regola generale.

E ſe non ſi trova l'altezza preciſa dell'acqua ſenza errore ſenſibile, ſi debbe trovare la parte proporzionale competente all'eceſſo, o al mancamento per la regola delle proporzioni, e deeſi ſommare, o ſottrarre dal maggiore, o dal minore ſpazio trovato nella tavola, ſecondo che l'altezza ritrovata ſupera quella della tavola, o di eſſa è minore, come ſi ſuol fare nella tavola de' ſeni, e in altre ſimili.

Per far manifeſto tutto ciò coll'eſempio, ſommeremo tre di queſti tali, che potranno eſſere in luogo di precetti, ſiccome gli diſtinſamo in precetti: Il primo in un canale inclinato: il ſecondo in un canale orizzontale, l'uno, e l'altro ſecondo, che richieggiono l' apportate dimoſtrazioni: e il terzo ſecondo il metodo della regola generale, acciocchè in tutti i caſi ſi vegga chiaro l'uſo della tavola, e la noſtra pratica di miſurar l'acque.

ESEMPIO I.

Nel Canale inclinato.

Sia il canale inclinato A B. la cui acqua ſi debba miſurare nella ſezione B. e ſia l' altezza dell' acqua B C. dieci piedi, la larghezza della ſezione piedi 50., e la velocità di B a C come 4 a 1. *Fig. 17.*

I. Si trovi l'altezza dell'aſſe B D. cioè fatti i quadrati delle velocità 4. e 1. cioè 16. e 1. e trovata la loro differenza 15 ſi faccia come 15. al quadrato della minor velocità 1. così dieci a $\frac{2}{3}$ ſarà D C $\frac{2}{3}$ di piede, ovvero once 8, e tutta la B D piedi dieci once otto.

II. Si trovi il compleſſo delle velocità, cioè lo ſpazio parabolico B C H E moltiplicando B D di piedi 10. e once 8, cioè once 128 con $\frac{2}{3}$ della velocità B E 4. (ovvero colla miſura de' piedi once 48.) cioè once

 32.,

32., verrà il prodotto 4096. similmente si moltiplichi $\frac{2}{3}$ della velocità C F di piedi 1. ovvero once 8. in D C once 8., e il prodotto 64. si sottragga da 4096. sarà la differenza 4032. lo spazio parabolico B C H E.

III. Si trovi la velocità media K G. dividendo lo spazio B C H E 4032 per l'altezza B C di piedi 10. cioè once 120.; e il quoziente once 33. $\frac{3}{5}$ ovvero astrattamente piedi 2. e $\frac{4}{5}$, sarà la velocità media ricercata.

IV. Si trovi l'asse D K facendo come il quadrato della velocità massima B E 4. cioè 16. al quadrato della velocità media trovata ultimamente 2. $\frac{4}{5}$ cioè 7. $\frac{21}{25}$, così tutto l'asse B D di piedi 10. once 8. alla proporzione dell' asse D K di piedi 5. once 2. $\frac{18}{25}$ sarà K centro della velocità.

Fig. 19. V. Si trovi K H altezza dell'acqua sopra il centro della velocità, o più tosto la scesa perpendicolare del medesimo centro K, ovvero H risolvendo il triangolo rettangolo K D H, in cui l'ipotenusa D H è piedi 5. once 2 $\frac{18}{25}$ e l'angolo dell'inclinazione D H K si suppone v. gr. gradi 2. e ne verrà il lato ricercato K H piedi 5. once 2. $\frac{53261}{78125}$

VI. Si vada alla tavola degli spazj posta sopra ec., e si trovi lo spazio dovuto alla velocità dell' altezza di piedi 5. once 2. $\frac{53261}{78125}$; e perchè per l'altezza di piedi 5. once 2. lo spazio è piedi 491. once 11., e per piedi 5. once 3. piedi 495. once 11. la differenza sarà piedi 4 e la parte proporzionale per $\frac{53261}{78125}$ sarà piedi 2. once 8. che aggiunti a piedi 491. once 11. faranno la somma di piedi 494. once 7. $\frac{56528}{78125}$ che sarà lo spazio dovuto alla velocità sotto l'altezza, o scesa di piedi 5. once 2. $\frac{53261}{78125}$

VII. Si faccia l'area della sezione moltiplicando l' altezza di piedi 10. nella larghezza di piedi 50., che sarà 500. piedi quadri.

VIII. Finalmente si multiplichi quest' area con piedi 494. once 7. $\frac{56528}{78125}$ e il prodotto 247321 sarà il numero de' piedi cubici dell'acqua, che passano per la data sezione in un minuto di tempo.

ESEMPIO II.

In un canale puramente orizzontale.

IL calculo della misura dell' acque correnti in un canale puramente orizzontale è facilissimo, come quello che mostra pianamente l' invenzione del centro della velocità, e della altezza dell' acqua sopra esso, intorno alle quali due cose, come intorno a due poli, si raggira la misura dell' acque. Tuttavia per dar un esempio, e i precetti anco di questa misura, supporremo i seguenti dati.

Ri-

Riferisce l'eruditissimo Gio: Botero nella relazione, che ei fa del mare, inserita ne' suoi opuscoli, cercando quanta acqua scarichi nel Mar Maggiore nello spazio d'un anno il Danubio, riferisce dico, che la sua massima larghezza s'estende a un miglio, o secondo la misura Bolognese, a piedi 5000. e che ha di profondità 8., o 10. braccia (ponghiamo secondo la medietà aritmetica braccia 9., che ridotte alla medesima misura son 15. piedi) e di velocità almeno tre miglia all'ora. Dal che conclude che in un anno scarica in mare un prisma d'acqua, la cui base è l'area della sezione, e la lunghezza 26352. miglia, ovvero se ponghiamo 9. braccia d'altezza, come sopra, corrispondenti a piedi 15. sicchè l'area della sezione sia piedi 75000. perchè la lunghezza delle dette miglia 26352. è piedi 131760000. si troverà l'acqua d'un anno esser piedi cubici 9882000000000. veggiamo adunque se il calculo del Botero corrisponda al seguente, fatto giusta il nostro metodo dimostrato di sopra.

Supponghiamo che il Danubio abbia la sua massima larghezza non lungi dal mare, e per conseguenza, per lo suo lunghissimo corso, in sito orizzontale, o quasi orizzontale; talchè la declività dell'alveo, se pur v'è, non impedisca, che e' non si possa pigliare per orizzontale; e da' sopraddetti dati

I. Si trovi il centro della velocità pigliando cioè $\frac{4}{9}$ de' piedi 15. e saranno piedi 6. $\frac{2}{3}$ ovvero piedi 6. once 8., e altro e tanto sarà sommerso il centro della velocità L sotto la superficie dell'acqua. *Fig. 18.*

II. Si trovi nella Tavola degli spazj ec. all'altezza di piedi 6. once 8. lo spazio dovuto alla velocità, che sarà piedi 558 once 10.

III. Si faccia l'area della sezione multiplicando D E di piedi 5000. con D C di piedi 15. d'altezza, e ne verranno piedi 75000.

IV. Quest'area si multiplichi con piedi 558 onc. 10 e ne verrà 41912500. numero di piedi cubici, che scorrono nel Danubio in un minuto d'ora.

Se il detto numero 41912500. si multiplica per 60. minuti, di cui si compone un ora, ne verranno 2514750000., e se di nuovo questo si multiplichi per ore 24. d'un giorno, ne resultano piedi cubici 60354000000., e se questi di nuovo si multiplichino per 366. giorni dell'anno (come appresso il Botero) ne verranno piedi cubici d'acqua 22089564000000. scaricati dal Danubio nel mare in un anno; il doppio più, di quello che ne raccoglie il Botero considerata la sola velocità della superficie.

ESEMPIO III.

In qualunque canale giusta il metodo della regola generale del Lib. IV.

SIA qualunque canale orizzontale, o inclinato, la cui acqua corrente per una sezione proporzionata si debba misurare.

Adattate tutte le cose, che dissamo nella regola generale esser necessarie a questa operazione, e calata la cateratta sotto la superficie dell'acqua, dopo che l'acqua averà acquistata l'altezza permanente, si supponga la pro-

fondità dell'acqua osservata dalla superficie al fondo del regolatore essere piedi 10., e dal fondo del regolatore alla prima parte della cateratta piedi 8. once 4. la larghezza della sezione piedi 20., e l'inclinazione del canale gradi 5. sopra i quali fondamenti.

I. Si trovi la proporzione delle velocità del fondo, e della superficie, cioè di B, ed F, cioè supponendo che la velocità B H sia 9. per la regola delle proporzioni, si faccia come K B distanza della superficie dell'acqua dal fondo del regolatore di piedi 10, e d' once 120. ad F B distanza del fondo del regolatore dalla ima parte della cateratta di piedi 8. once 4. ovvero once 100 così il quadrato della velocità del fondo 6. cioè 36. al quadrato della velocità della superficie 30. la cui radice $5\frac{1}{2}$ e' sarà la proporzione dell'una, e dell'altra velocità B H, F I quella di 6. a $5.\frac{1}{2}$ *Fig. 36.*

II. Si trovi il complesso delle velocità dell'acqua corrente sotto la cateratta per la sezione, o per la luce E B, ovvero lo spazio parabolico B F I H moltiplicando $\frac{2}{3}$ della massima velocità B H 6. cioè 4 coll'altezza B K d' once 120, e sarà il prodotto 480. l'area della parabola B K H, e similmente multiplicando $\frac{2}{3}$ della velocità K F $5.\frac{1}{2}$ cioè $3\frac{2}{3}$ coll' altezza F B di once 20. e il prodotto $73\frac{1}{3}$ sarà l'area della parabola K F I, la differenza delle quali parabole $406\frac{2}{3}$ sarà lo spazio parabolico B F I H, che si cercava.

III. Questo spazio parabolico trovato $406\frac{2}{3}$ si divida per B F d' once 100., e ne verrà il quoziente $4\frac{1}{15}$ per la velocità media M N.

IV. Per trovare il centro della velocità si faccia come il quadrato della massima velocità B H, cioè 36. al quadrato della velocità media M N trovata in ultimo luogo $16\frac{121}{125}$ così l'asse K B d' once 120. alla porzione dell' asse, o all'altezza K M d'once $55.\frac{17}{135}$ ovvero di piedi 4. once $7.\frac{17}{135}$ luogo, ovvero centro della velocità media M tanto appunto sommerso sotto la superficie dell'acqua.

Se il canale sia orizzontale, ovvero se la sponda del regolatore sia perpendicolare e al piano del fondo del canale, e insieme all' orizzontale, si dee tosto passare al sesto precetto, e servirsi dell'altezza predetta per trovare nella tavola lo spazio ec. ma se sia inclinato.

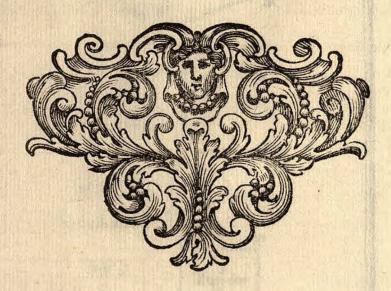
Fig. 19. Conciossiachè si suppone l'angolo dell'inclinazione del canale gradi 5. si trovi l'altezza dell'acqua sopra il centro della velocità, risolvendo il triangolo K H D in cui è data l'ipotenusa H D di piedi 4. once $7\frac{17}{35}$, e oltre l'angolo retto ad K anco l'angolo H di gr. 5., e ne verrà il lato K H di piedi 4. once $6.\frac{6182299}{6750000}$ ovvero l'altezza dell'acqua sopra il centro della velocità.

VI. Nella tavola degli spazj ec. si trovi lo spazio dovuto alla velocità, secondo la trovata altezza di piedi 4, e once $6.\frac{6182299}{6750000}$ che aggiunta la parte proporzionale, sarà piedi 462. once $11.\frac{4727249}{6750000}$

VII. Si

VII. Si faccia l'area della ſezione di piedi 166. $\frac{2}{3}$

VIII. E in fine ſi multiplichi l'area della ſezione 166 $\frac{2}{3}$ collo ſpazio ec. ritrovato di piedi 462. once 11. $\frac{4797249}{6750000}$ e il prodotto 77162 once 421 moſtrerà il numero de' piedi cubici d'acqua, che ſcorrono pel dato canale nel detto tempo di un minuto.

IL FINE.

Osservi chi legherà quest' Opera, a porre nel Secondo Tomo a car. 103. queste 55. figure comprese in 8. Tavole.

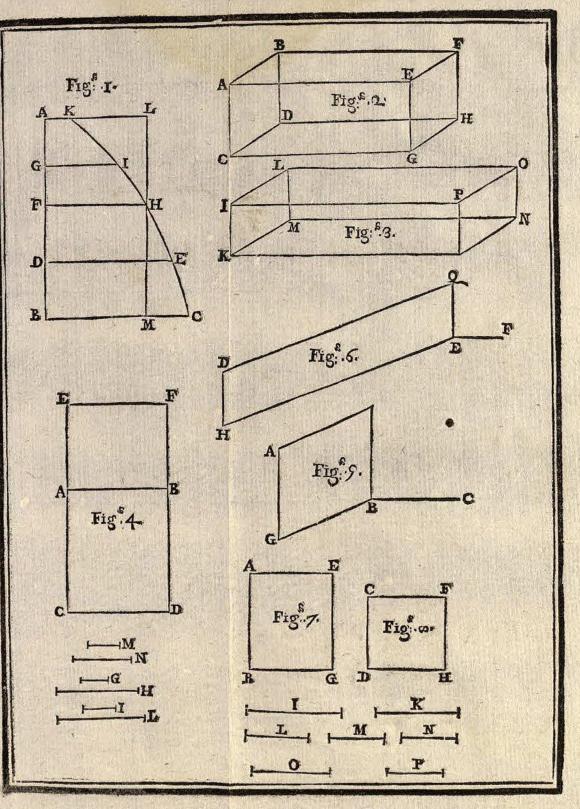



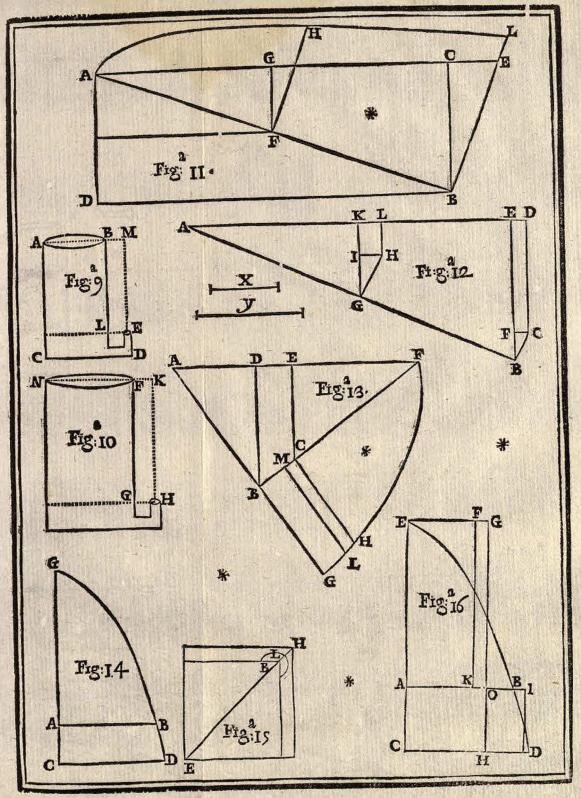
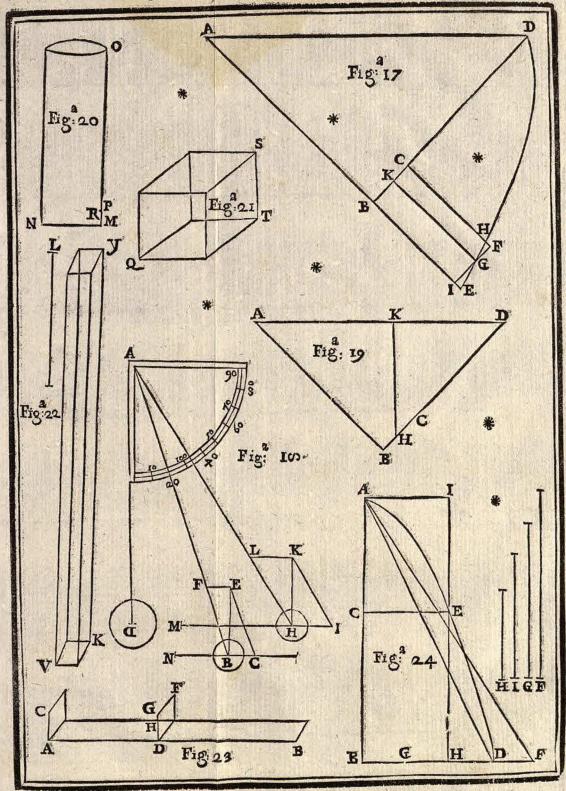
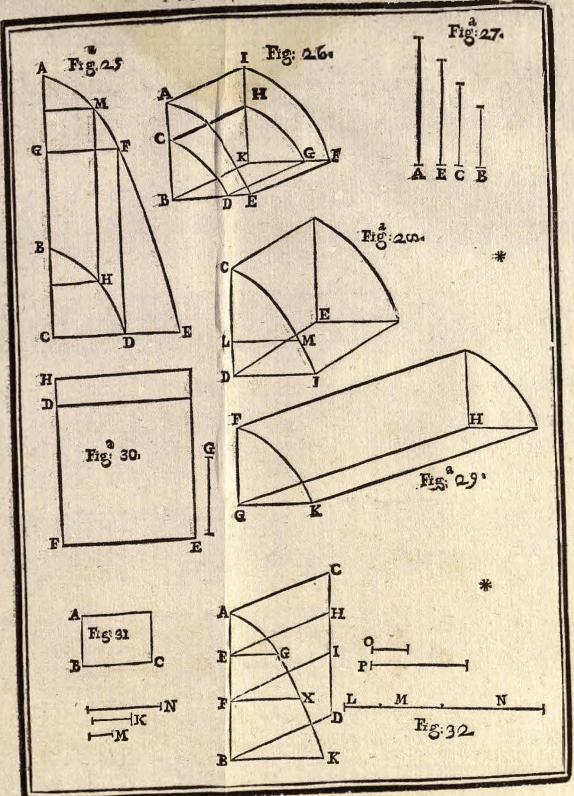
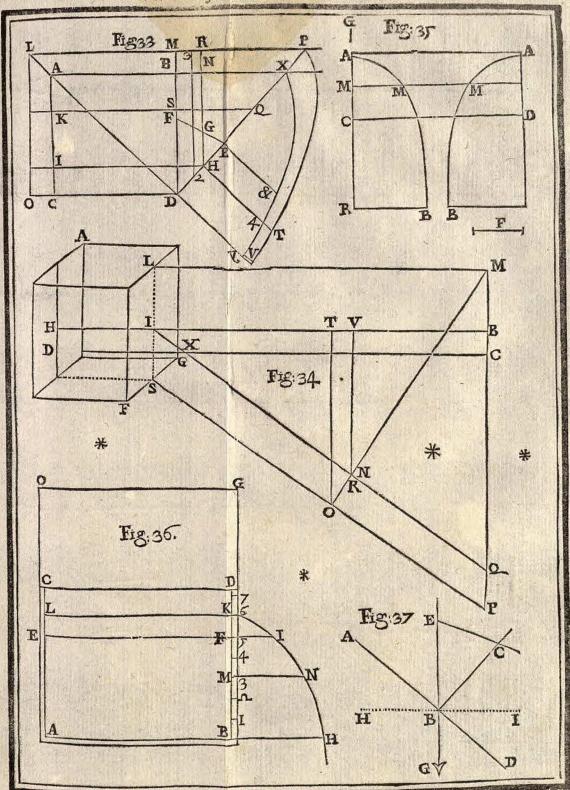
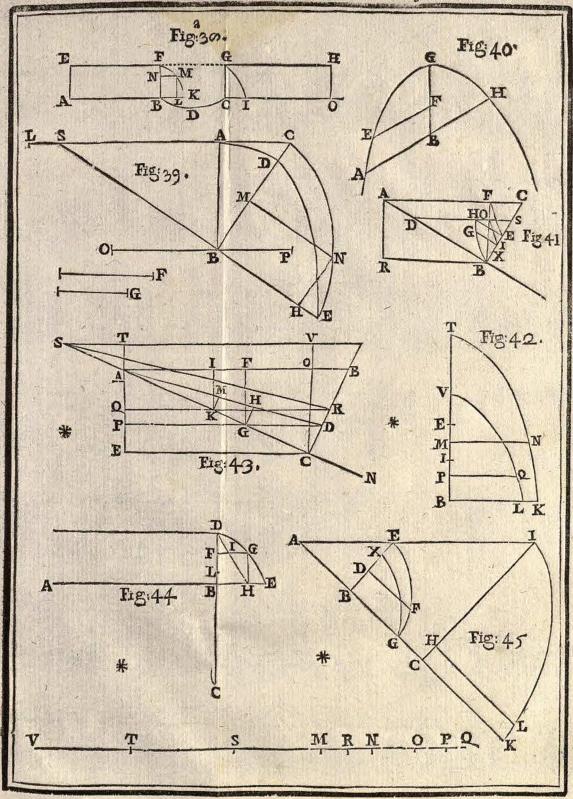
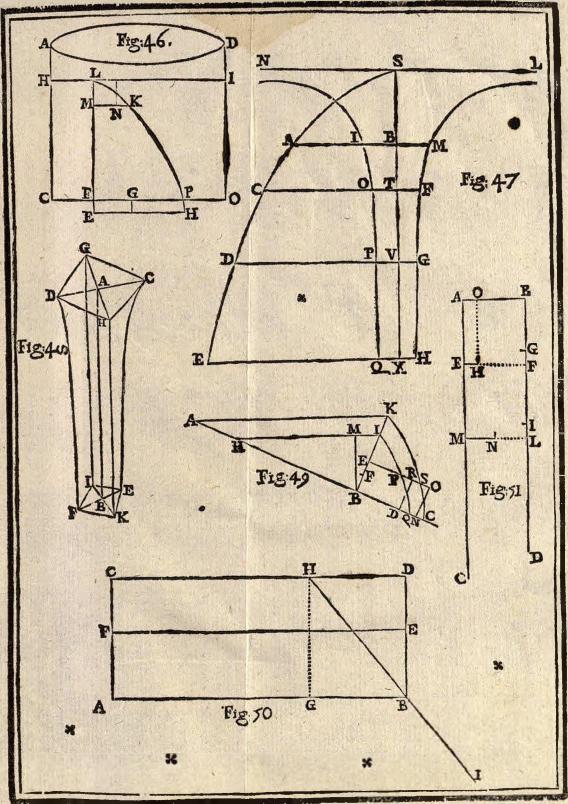
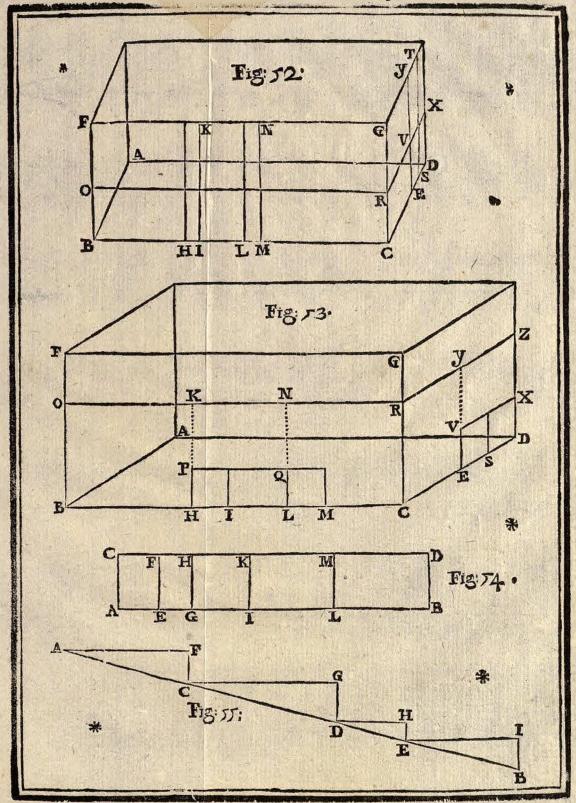
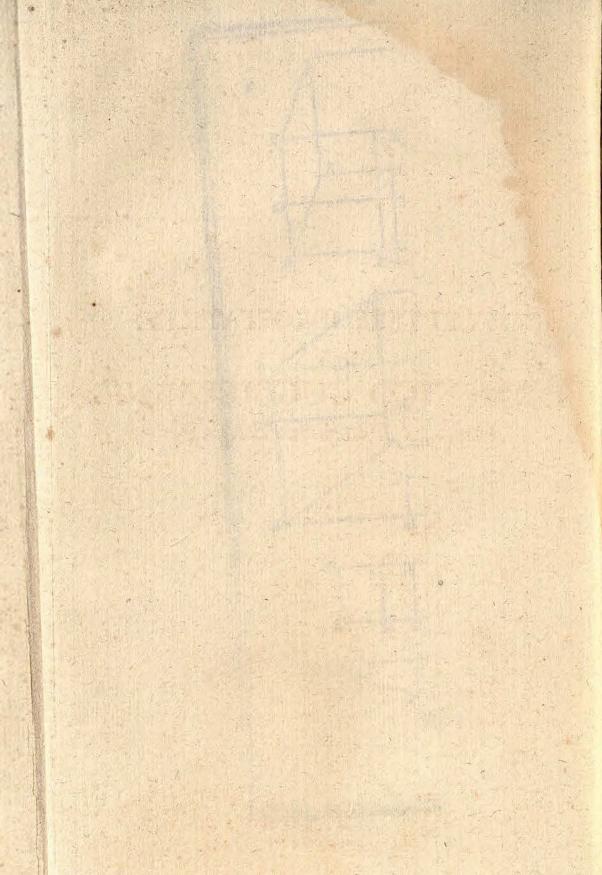
Fig.s 1.
A K L
G I
F H
D E
B M C
Fig.s 2.
B F A E D H C G
Fig.s 3.
L O I P M N K
Fig.s 6.
Q F E D H
Fig.s 4.
E F A B C D
M N G H I L
Fig.s 9.
A B C G
Fig.s 7.
A E B G
Fig.s 8.
C F D H
I K L M N O P

Fig: 11.
Fig: 12
X
y
Fig: 9
Fig: 10
Fig: 13.
Fig: 14
Fig: 15
Fig: 16

Fig. 25
A
M
G
F
B
H
C
D
E
Fig: 26.
I
A
H
C
K
G
F
B
D
E
Fig. 27.
A
E
C
B
Fig. 28.
C
E
L
M
D
I
*
F
H
Fig. 29.
G
K
H
D
Fig. 30.
G
F
E
A
Fig. 31
B
C
N
K
M
C
A
H
E
G
I
O
P
F
X
L
M
N
D
Fig. 32
B
K
*

Fig 33
Fig: 35
Fig: 34
Fig. 36.
Fig: 37

Fig: 38
Fig: 39
Fig: 40
Fig 41
Fig: 42
Fig: 43
Fig: 44
Fig: 45

Fig: 52:
F
K
N
G
A
O
R
B
H I
L M
C
T
y
X
V
D
S
E
Fig: 53.
F
G
O
K
N
R
A
P
Q
B
H
I
L
M
C
Z
y
X
V
D
S
E
C
F
H
K
M
D
A
E
G
I
L
B
Fig: 54.
A
F
G
C
Fig: 55:
H
D
E
I
B

DUE LETTERE IDROSTATICHE

DI

DOMENICO GUGLIELMINI

Medico, e Mattematico Bolognese.

LETTERA PRIMA

Scritta da DOMENICO GUGLIELMINI a GOFFREDO GUGLIELMO LEIBNITZIO Consigliere, e Mattematico del Serenissimo Duca d'Annover.

APpena nel passato Mese d'Agosto aveva posti alle stampe i miei tre ultimi libri della misura dell'acque; che avendone inviato in Firenze al Signor Antonio Magliabechi nostro comune amico un esemplare, acciocchè lo mandasse per la prima occasione a voi, vengo dal medesimo avvisato, e della vostra attenzione verso la mia persona, e che Dionisio Papino uomo chiarissimo aveva inserito negli Atti di Lipsia, come voi stesso accennavassi, alcune obiezioni contro le mie dimostrazioni della misura dell'acque. Confesso, che essendomi già da gran tempo nota la fama di questo dottissimo uomo, e sapendo quale fosse la sua perizia nelle scienze Mattematiche, subito ho dubitato, che nelle mie dimostrazioni potesse essere scappato qualche errore; imperocchè, non ho mai avuto tanto ardire di credere per infallibili le mie opinioni, onde non avendo ancora nelle mani le sue obiezioni, mi sono posto a considerare, e a riconsiderare di nuovo attentissimamente tutte le mie dimostrazioni, senza frutto però, non avendovi trovato alcun errore. Impaziente adunque andava cercando da per tutto in Città, e fuori gli Atti di Lipsia, i quali finalmente nel passato Novembre mi furon dati dal Padre Maestro Gaudenzio Roberti dopo il suo arrivo da Parma. E avendo ne medesimi letta la relazione della mia operetta inserita nel Mese di Febbrajo; nel primo poi di Maggio vi trovai le osservazioni del Signor Papino appartenenti all'Idraulica, e in quelle ho scoperto, che la mia proposizione seconda del secondo libro della misura dell'acque correnti, stampato l'anno 1690 viene piuttosto dall'Autore cortesemente esaminata, che impugnata, perchè la mia opinione a prima vista gli pareva, che fosse contraria ad una proposizione da lui inserita nell'anno 1690. negli stessi Atti de' Letterati la qua-

ti la quale per questo s' impegna di dimostrare in queste osservazioni.

Mi sono tutto rallegrato, quando ho veduto la sua proposizione senza dubbio dimostrata non toglier punto alle mie dimostrazioni, ed esso chiedere solamente, che se gli levi questo dubbio, il quale levato approverà tutte le mie cose come dimostrate.

Acciocchè adunque dalla parte mia, per quanto posso, mi assicuri di avere soddisfatto a questo dottissimo uomo, dimando a voi il vostro parere, come quello che da tutti siete meritamente annoverato tra li più celebri Mattematici de' nostri tempi. Imperciocchè in questa lettera, la quale per mezzo dell'eruditissimo Signore Magliabechi vi sarà fatta consegnare, voi troverete tutte quelle cose, che mi sono parute a proposito per annichilare le obiezioni, e tor via tutti i dubbi; se voi le stimerete tali, che possano indurre l'animo del Signor Papino a non più vacillare circa le mie opinioni, procurate di farne capitar al medesimo, o alli eruditissimi Autori degli Atti di Lipsia un esemplare, supplicandoli a nome mio, che nel medesimo libro, dove ci sono le obiezioni, soggiungano le risposte.

Ma per non trattenervi di vantaggio, contentatevi, che io riferisca quì parola per parola le osservazioni Papiniane impresse negli Atti dell' anno 1691 nel Mese di Maggio a carte 208. 209. 210. notate tutte con i suoi numeri, a' quali s' averanno da riportare le mie risposte, e sono tali.

Alcune osservazioni di Dionisio Papino circa le materie appartenenti all' Idraulica inserite nel Mese di Febbrajo di quest' Anno.

Negli Atti degli Eruditi l' Anno 1691. *nel Mese di Febbrajo pag* 74 *si porta la dimostrazione, con la quale il celebre Domenico Guglielmini Autore del libro della misura dell' acque correnti si sforza di provare che* L'acqua che corre per qualche sezione di un canale inclinato, abbia la stessa velocità, che le corresse da un vaso d'imboccatura simile, ed eguale alla sezione, ed altrettanto remota dalla superficie superiore dell' acqua, quanto la sezione si allontana dalla linea orizzontale tirata pel capo dell' alveo. *Parendo che questa proposizione a prima vista abbatta quello, che io l' anno* 1690. *nel mese di Maggio ho riportato negli Atti degli Eruditi a carte* 225. *acciocchè quest' apparente opposizione non lasci sospesi gli animi de' Lettori, stimo cosa opportuna il portare quì una dimostrazione di quello, che ivi aveva semplicemente asserito, e insiememente dimostrerò mancare qualche cosa in quel gran Libro, sperando che possa esser una volta riportata dall' Autore acciocchè per l' avvenire i Lettori non abbiano niente da dubitare. La mia proposizione adunque, come dal luogo citato facilmente si deduce, è questa:* L'acqua corrente per un tubo uniforme (1) sempre pieno, ed aperto da l' una, e l'altra parte, si move colla metà della velocità di quella, che correrebbe da un vaso per un apertura simile, ed eguale al diametro del tubo altrettanto remota dalla superficie dell' acqua, quanto l' apertura inferiore, o sia sezione del tubo si allontana dalla linea orizzontale tirata per la bocca superiore dello stesso tubo.

Sia E G. il tubo uniforme E F aperto da tutte le parti, il quale unendosi col fondo del vaso A B C D, e penetrandolo non lo trapassi: il vaso sia così pieno d' acqua, che lo stesso tubo [2] *sia da essa continuamente coperto, e si riempia: e per la sommità del tubo si tirino le orizontali sopra la superficie dell' acqua, conservandosi sempre la medesima altezza. In oltre vi sia un apertura G nel fondo dello stesso vaso posto orizontalmente simile, ed eguale al diametro del tubo E F: Dico* Fig. I.

che

che la velocità per detto tubo è subdupla della velocità dell' acqua, che esce pel buco G. Imperocche è cosa certissima, che l' acqua discende con egual velocità per tutta la lunghezza del tubo E F (3) mentre le parti inferiori non possono discendere, se lo spazio lasciato non viene riempito nel medesimo tempo dalle parti superiori. Di quì ne viene (4) che l' acqua uscita, se si moverà orizzontalmente (5) colla velocità acquistata nel discendere in tempo eguale, passerà tanto spazio, quanto ne passa col discendere, essendo l' un', e l' altro moto uniforme, ed equiveloce. Ma il Galileo (6) ha dimostrato che i gravi colla celerità acquistata nel discendere deono orizontalmente passare il doppio dello spazio, che discendendo passarono in tempo eguale. Adunque la velocità dell' acqua per E è solamente la metà di quella, che il grave acquisterebbe mentre discendesse dalla medesima altezza, e perciò sarà ancora la metà della velocità dell' acqua per G, essendo manifesto, che la velocità dell' acqua pel buco G, è eguale alla celerità acquistata dal grave nel suo discendere dalla proposta altezza; adunque ec.

Questa medesima verità si potrebbe dimostrare per mezzo del numero dell' impressioni ricevute dalla gravità, considerata la quantità della materia, che si è mossa, ma questo lo passerò sotto silenzio per non esser troppo lungo, tanto più che la dimostrazione di sopra portata, non può esser negata da alcuno, per via della quale rimane provato (7) che i fluidi non seguitan sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo circa i gravi descendenti, come anco è falso il fondamento, nel quale si appoggia la dimostrazione del famoso Guglielmini.

Confesso però (8) che il caso proposto da questo eccellente uomo differisce qualche poco dal nostro, perchè io suppongo il tubo sempre pieno, ed aperto solamente in due estremi, ed egli un canale, che non solamente sia aperto da due parti per ricevere, e buttare l acqua, ma ancora sia scoperto per tutta la sua lunghezza, e in se ammetta l' aria: benchè questa disparità di casi non si possa negare, ad ogni modo ci rimane (9) una assai grande convenienza cavata dalla natura de' fluidi, così che non possa veramente ammettersi l' opinione di questo eruditissimo uomo (10) essendo le parti superiori nel canale sempre diversamente agitate per la diversa velocità delle parti inferiori: Questo non succede ne' gravi, della discesa de' quali ha già trattato il Galileo (11) ed acciò la cosa si conosca più chiaramente, si guardi la figura seconda, nella quale si suppone A B esser il fondo del canale eguale per tutta la lunghezza, i di cui lati assieme col fondo facciano angoli retti, e sia la lunghezza A B divisa in 4 parti eguali ne' punti C. D F, è manifesto, che il grave discendente per lo piano A B, acquisterà in B una velocità doppia di quella, che aveva acquistata in C. Adunque se l' acqua seguitasse le medesime leggi, doverebbe nel punto B riempiere nel canale una mezza parte solamente di quella, che riempiva in C: e la ragion è chiara, perchè correndo la medesima quantità d' acqua nello stesso tempo per tutta la lunghezza del canale, la di lui altezza dee essere tanto minore, quanto maggiore è la velocità, acciò la lunghezza della colonna aquea, che passa in B resti compensata dalla crassezza di quella, che corre in C: e perciò, se l' acqua in C riempie il canale insino ad E, quando sarà pervenuta in B arriverà solamente fino a G, supponendosi B G subdupla della stessa C E Si fa adunque chiaro, che l' acqua, che sta in E, non discenderà per lo piano E H parallelo all' altro C B, il che doverebbe seguire secondo le leggi dimostrate dal Galileo, ma bensì discenderà per un piano molto più inclinato: anzi quell' inclinazione non è eguale per tutta la lunghezza del canale, ma quanto più c' accostiamo alla cima, tanto maggiore diventa l' aumento della velocità, data un incerta lunghezza del canale. Mi pare adunque; che il nostro ingegnosissimo Autore (12) abbia errato in questo, cioè abbia stimato doversi discorrere nella medesima maniera circa i fluidi descendenti, come circa i gravi supposti dal Galileo, e perciò a rendere l' opera compita gli resta solo da cercare (13) quale sia la linea E G, secondo la quale la superficie Fig. 2.

dell'

dell' acqua corrente dee declinare nel canale. Da quì facilmente comprenderemo quanto sia l' area dell' acqua in qualunque luogo si faccia la sezione, e da diverse aree di diversi segamenti, si raccoglieranno diverse velocità ne' medesimi luoghi. Tutto questo mio pensiero sicuramente credo, che sarà ricevuto in buona parte da quel uomo eccellentissimo.

Adunque dalle apportate osservazioni del Signor Papino chiaramente si conosce, che noi disconvenghiamo in questo, che egli pretende, che sia falsa la mia proposizione, colla quale stabilisco, che *L' acqua, che corre per qualche sezione d' un canale inclinato, abbia la medesima velocità, che averebbe se corresse da un vaso per un apertura simile, ed eguale alla sezione, altrettanto remota dalla superficie dell' acqua, quanto la sezione dalla linea orizontale tirata per lo capo dell' alveo.* al contrario poi esser vera la sua asserzione, nella quale dice. *L' acqua corrente per un tubo uniforme sempre pieno, ed aperto dall' una, e l' altra parte, muoversi colla metà della velocità di quella, che correrebbe da un vaso per un buco simile, ed eguale al diametro del tubo, altrettanto remoto dalla superficie dell' acqua quanto l' apertura inferiore, o sia segamento del tubo dalla linea orizontale tirata per la sommità del tubo.* E per levare ogni occasione di contradizione dimostrerò in primo luogo, che la proposizione del Signor Papino poteva stare colla mia, essendo differenti le supposizioni dell' uno, e dell' altro, e secondariamente farò palese l' errore, e la falsità della detta proposizione; in terzo luogo renderò manifesta la vera proporzione della velocità nel tubo, alla velocità di qualunque sezione nel fondo del vaso, senza avere per altro riguardo alla similitudine, e dissimilitudine della sezione del tubo, e dell' apertura inferiore del vaso, non potendo questa in alcuna maniera variare la proporzione della velocità.

Primieramente suppone l' insigne Papino, che [n. 1.] l' acqua pel tubo F E corra in tal maniera, che riempia sempre la di lui cavità, dal che per via del corol. 2. prop. 5. lib. 1. della mia misura dell' acque correnti si deduce esser equabile la velocità dell' acqua pel tubo. Ma siccome l' acqua instigata solamente dalla sua natural gravità, va all' ingiù con moto accelerato, è evidente, che l' equabile velocità del tubo nell' acqua diferisce necessariamente dalla natura, e conseguentemente è supposta tale proposizione dal Signor Papino, ma non già da me nel mio trattato, perchè la suppongo libera, e sciolta da tutti gl' impedimenti, come apertamente accennai nella prima definizione del libro primo, ed è tale. *Per nome d' acqua corrente intendo quella, che à cagione solamente della propria gravità passa per i letti de' fiumi, o de' canali, e pende verso il centro de gravi*, e nel primo assioma escludo gl' impedimenti *del contatto, unione, e tutti gli altri esterni.* Se la proposizione adunque del Signor Papino suppone alterato il momento dell' accelerazione, e la mia, libero, è manifesto, che non sono contrarie tra di loro, e che possono essere l' una, e l' altra vera in diverse proporzioni. Ma (n. 8.) conosce egli ancora la disparità de' casi, perciò non mi tratterrò più lungamente in questo, ma passerò ad esaminare la dimostrazione della stessa proposizione.

Supplico l' erudito oppositore a ricevere in buona parte i miei dubbi, i quali riporrò quì, acciocchè, se qualcheduno sostenesse mordacemente l' asserita grandissima convenienza al (n. 9.) dedotta dalla natura de fluidi tra l' una, e l' altra proposizione, conosca, che non essendo abbastanza dimostrata l' opinione del Signor Papino, nulla questa può nuocere alla mia dimostrazione. Non perciò nego, che l' acqua [n. 3.] discenda con equabile velocità per lo tubo E F sempre pieno, imperocchè questo medesimo poco fa l' ho dimostrato; ma soggiungo bene, che ciò accade per la resisten-

za

zo dell' aria verso l'orificio E, e nella medesima maniera, che s'alza il flusso dell'acqua ne' sifoni attraenti di due braccia, se essi sono eguali; perchè essendo disuguali si fa il corso più veloce per lo braccio, che attrae, se esso è più lungo dell'altro, restando per altro sempre piena la di lui cavità per diverse circostanze. Conforme io provo (n. 4.) *che l'acqua escita dall' apertura E se continuerà a moversi orizontalmente colla velocità acquistata in tempo eguale nel suo discendere, passerà altrettanto spazio, quanto ne passò discendendo*. Non provo già (n. 5.) *che continui a moversi colla velocità acquistata nel discendere*. Mentre supponendosi, che l'acqua si muova uniformemente nel tubo E F, non si farà mai alcun accrescimento di velocità, ma in F riterrà quella, che aveva in E, e la medesima conserverà ancora, se si moverà orizontalmente. Dopo questo [n. 6] soggiunse *Il Galileo ha dimostrato, che i gravi colla velocità acquistata nel discendere in tempo eguale deono correre orizzontalmente il doppio dello spazio, che hanno passato discendendo, adunque la velocità dell'acqua per E ec.* Quì sì che dimanderei volentieri al Signor Papino per qual ragione mi porti le proposizioni del Galileo, parlando del moto de' fluidi, quando mi oppone [n. 7.] che *i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo ne' gravi che descendono*, e più a basso (n. 12) dice che io *ho sbagliato per aver creduto doversi discorrere nella medesima maniera de' fluidi descendenti, che de gravi supposti dal Galileo*. Imperciocchè, se si ha da discorrere diversamente de' fluidi gravi, e de' solidi, che descendono, e se i fluidi non seguitan sempre le leggi de' solidi, che vanno all' ingiù, mal fa egli a servirsi delle proposizioni del Galileo per sostenere la sua dimostrazione, la quale secondo il suo istesso parere sarà di niun momento, se prima non dimostrerà, che questa conviene colle leggi de' fluidi, cosa difficile da farsi, quando [come egli stesso suppone] queste leggi dell' accelerazione si adempiscono perfettamente nella discesa de' gravi liberi, e non in quella de' gravi imbrogliati, ed incalzati. Ma con tutto ciò concediamo, che si possino applicare le proposizioni del Galileo a qualunque sorta de' gravi, che liberamente cadono; siccome poi dimostrerò, che veramente si può fare, senza errore alcuno, purchè si osservino le supposizioni, e l'istessi termini. Sò che il Galileo ha dimostrato la sopraddetta proposizione *nel Scol. della Prop. 23. Del moto accel.* Ma il sentimento è che se il grave con velocità accelerata casca da A in B, così che in B abbia la maggiore velocità, e da B, mantenendo lo stesso grado di velocità, si mova uniformemente per B C, lo spazio B C passato in tempo eguale alla discesa sarà doppio di quella, e questo perchè nella prima proposizione dimostra, che la velocità massima acquistata in B è doppia della velocità, che averebbe avuto il mobile, se movendosi da A gli fosse convenuto passare tutto quello spazio con moto uniforme nello stesso tempo, che viene corso da uno, che si muove di moto accelerato. Come poi si possa applicare questa proposizione al caso, del quale presentemente si discorre, io non lo sò, e forse non vi sarà alcuno, che lo sappia. Imperocchè acciò potesse aver luogo bisognerebbe dimostrare, che il moto per F E è accelerato, come suppone il Galileo, cosa contraria affatto al supposto della proposizione che ricerca il moto equabile, ed allora poi si sarebbe potuto argumentare, che la velocità in E, o G è doppia di quella velocità, colla quale l' acqua da F in E sarebbe calata uniformemente *nel medesimo tempo* che si consumerebbe, se con moto accelerato da F descendesse in E. ma se questa poi celerità uniforme sia la stessa velocità E ha seco la medesima difficoltà, che la proposizione; la quale si pensa di dimostrare, imperciocchè non basta, che il moto sia uniforme per tutto il tubo F E acciò sia fatto in egual tempo del moto

Fig. 3.

Fig. 1.

to accelerato da F in E, altrimenti, come da se è manifesto; non si distinguerebbero i diversi gradi di velocità tra diverse velocità uniformi. Laonde il primo errore in questa dimostrazione è, che il letterato Autore suppone il moto dell' acqua pel tubo F E uniforme, ed insiememente accelerato, il che è impossibile, il secondo, che suppone quello, che si ha da provare, cioè che il grado della velocità equabile per F E è sudduplo del grado massimo in E acquistato coll' accelerazione, ò perchè non ha distinti i gradi de' moti equabili, come sarebbe stato necessario.

Ma per rendere la pariglia al gentilissimo, e cordialissimo Censore mi sia lecito di avvertire; che la sua proposizione, ne' termini, ne' quali è portata, non aggiuntavi altra condizione è impossibile, mentre pretende (n. 2.) che la sommità del tubo F si trovi nello stesso piano della superficie dell' acqua, e che il tubo F E sia sempre pieno, le quali cose non possono star insieme, perchè l'aria, deprimendo la superficie dell' acqua in F, necessariamente subentrerà nel tubo, non potendo un sottilissimo velo dell' acqua, o sia quasi punto aqueo resistere alla pressione dell' aria in F, e perciò il tubo non potrà sempre essere pieno d' acqua, come si suppone. Al contrario poi, volendosi salvare la supposizione del tubo pieno, bisognerà abbassare l' apertura F sotto la superficie dell' acqua e così (n 2) *le orizontali tirate per la sommità del tubo, non saranno nella superficie dell' acqua*, come viene supposto per determinare la velocità in E Nè si può rispondere essere la proposizione astratta, e per così dire dimostrabile nel vacuo, come si suole fare da Mattematici; perchè supponendosi il tubo sempre pieno, questo non si può ottenere senza l' impedimento dell' aria in E, la quale o per l' ampiezza del tubo, o per qualche altra cagione potendo nell' istesso penetrare, va subito per terra la supposta pienezza del tubo, e conseguentemente l' uniformità del moto. Nè pure si può prescindere da questa aria in F, e ammetterla in E, perchè il moto non sarebbe all' ingiù da F in E, ma all' insu da E in F, e se poi si prescindesse in E, e si ammettesse l' aria solamente in F, per doppia ragione allora si torrebbe al tubo la supposta pienezza, tanto per il levato impedimento all' apertura E, quanto anche a ragione di una più forte pressione dalla parte F, come chiaramente si conosce dalle leggi Idrostatiche, ed Aereostatiche.

Si potrebbe per altro evitare la predetta impossibilità, e supplire al mancamento con l' aggiunta d' una condizione, la quale forse è stata a bella posta tralasciata, cioè, che il vaso A B C D nella parte superiore sia turato nello stesso piano dell' acqua da una laminetta A D, e perchè in questo modo non s' impedisca il flusso dell' acqua, e vi sia sempre la necessaria quantità sufficiente a mantenerlo, si potrebbe conservare il vaso sempre pieno da qualche fistola Q R S, che fosse congiunta lateralmente, e comunicasse con esso, aperta nella parte superiore, e nello stesso piano A D, avertentendo però di tenerla sempre piena nel tempo, che segue il flusso per F E.

Solamente adunque noto, che nella proposizione si chieggono alcune cose superflue, pretendendosi l' orificio G simile, ed eguale al diametro del tubo (meglio alla sezione, che passasse per l' asse del tubo) ancorchè la velocità non dependa dalla grandezza della sezione G, o del buco E, ma dall' altezza dell' acqua, la quale restando la medesima, la velocità, anche rimane l' istessa in qualsivoglia punto dell' apertura G ò maggiore, ò minore che sia, purchè ei sia orizontale, come si dee supporre. S' inganna adunque malamente il Signore Papino, quando crede d' avere dimostrata la sua proposizione, e d' avere abbattuta la mia, che col Galileo suppone il moto dell' acqua come grave, essere accelerato, ed essere accelerato colla stessa proporzione, che dimostra quel grande uomo.

III. Ma

III. Ma per rimuovere tutti i dubbi dimostrerò, che la velocità E è eguale alla velocità G, benchè il cannello E F sia sempre pieno, come dal Signor Papino si suppone; e da questo conosceremo la mirabile costanza della natura, la quale essendo sempre uniforme, opera anche sempre secondo le medesime già stabilite leggi. Ma avanti di proporre la predetta dimostrazione,

Suppongo in primo luogo quello, che da nessuno può esser negato, cioè, che l'aria egualmente prema nell'uno, e nell'altro orifizio F. E, perchè la differenza, che v'è tra l'altezza dell'aria sopra F, e sopra E, è tanto piccola, che da' Mattematici in casi di questa sorta, è giustamente disprezzata; ma pure se vi sarà ancora qualcheduno, che ne voglia far conto, dalla mia dimostrazione facilmente ne averà il modo di poterla computare.

Secondariamente suppongo, che la pression dell'aria è limitata, e che a questa ancora nella bilancia naturale, volendoci noi servire della frase del celebre Sinclario, o nel baremetro Torricelliano, vi si trova l'equivalente negli altri corpi fluidi, cioè nel mercurio, acqua, olio, spirito di vino ec. i quali tutti conforme la loro specifica gravità, si equilibrano ad una certa altezza col peso dell'aria; dall'esperienze essendo noi stati ammaestrati, che tutto il peso dell'aria viene equilibrato da 33. piedi d'acqua, che vengono sollevati a quell'altezza nel tubo del famoso Torricelli.

In terzo luogo finalmente suppongo, che il moto si faccia dalla potenza, e che venga impedito dalla resistenza, senza fare alcuna differenza tra le potenze, che procedono da diversi corpi, e perciò qualunque sia il corpo, che muove, e resiste non si varia il moto, e in vece d'uno si può sostituire un altro corpo, purchè omologamente in essi siano le potenze, e resistenze eguali, come spessissimo si fa da' meccanici, i quali consideran la potenza in se, ma non già il corpo, che ha tal potenza.

Ma già, come si propose, portiamo la nostra dimostrazione; e perchè l'aria preme contro l'orifizio E, s'intenda il cannello F E rivolto verso C, dipoi allungato fino in N all'insu, talchè l'altezza dell'orifizio N sopra a E, sia tanta, che il cannello G N, di diametro eguale ad F E, possa capire tant' acqua, quanta serve ad equilibrare tutta la pressione dell'aria, cioè piedi 33. e si supponga, che sopra N sia tolta ogni pressione d'aria. Similmente prolunghisi il cannello R S in I, e l'altezza S I sia eguale all'altezza del cannello G N, di maniera che possa contenere tant' acqua, quanta basta a premere la superficie dell'acqua G, con egual momento alla pressione di tutta l'altezza dell'aria, supponendo, che sopra I non vi sia aria, come si è supposto di sopra. S'intendano i lati del vaso A B C D, essere prolungati alla predetta altezza alti, acciocchè possano mantenere l'acqua all'istessa altezza, che è in C N, o S I; dopo questo il vaso A B C D, ed i cannelli I S R Q. E C N, si suppongano ripieni d'acqua, è manifesto da quello, che abbiamo detto di sopra, che essendo stato sostituito al peso dell'aria in S, un egual peso del cilindro d'acqua I S, ed al peso dell'aria in E, un altro eguale del cilindro d'acqua N E, il moto, o la velocità dell'acqua resterà la medesima di prima; e se il cannello I S si conserverà sempre pieno, il moto ancora nel medesimo cannello F E continuerà ad essere lo stesso. Laonde supponendosi il cannello E C N uniforme al tubo F E, dalle cose già dimostrate ne segue, che la medesima velocità, che è in F E sia ancora in G N, e nel passare per l'apertura N. Esce adunque l'acqua colla medesima velocità da N, che da E, benchè si tolga via il cannello E C N; e perciò se si tirerà per N una linea orizzontale, che seghi il cannello S I nel punto M, manifesta cosa è, che l'acqua caderà da H colla stessa velocità, che caderebbe da I in M, secondo ciò, che

Fig. 1.

ho dimostrato *nella prima proposizione del libro secondo della misura dell' acque correnti*. Ma anche I M è eguale alla P G, [perchè essendo S I. C N eguali, sottraendone da quelle N L. S M parti eguali, i residui I M. L C doveranno rimanere eguali, ma L C è eguale a P G, adunque ancora I M sarà eguale a P G] e però l'acqua escirà da N, o pure da E con quella velocità, che averebbe avuta, se fosse discesa da P in G, ma la velocità in G, è ancora la medesima di quella, che averebbe un corpo, che si movesse da P in G, adunque la velocità in E è uguale alla velocità in G, il che si doveva dimostrare.

Perciò consideri il mio dottissimo oppositore come anco in questo caso sia vera la mia proposizione, che *l' acqua corrente per qualche sezione di un canale inclinato, abbia la medesima velocità, che averebbe, se uscisse da un vaso per un apertura simile, ed eguale alla sezione, altrettanto remota dalla superficie dell' acqua, quanto la sezione è dalla linea orizzontale tirata per lo principio dell' alveo*; ogni qualvolta però s' intenda della sezione inferiore del cannello E, imperocchè se s' intenda delle sezioni F. N. O, allora veramente non si potrà verificare la mia proposizione, ma come appresso si vedrà le velocità in F. N. O, sono violente; essendo dirette dalla velocità dell' orifizio E, che solamente è naturale.

Ma è di non poca maraviglia l'osservare, in che modo convenga l' istessa esperienza colla dimostrazione. Ne' giorni scorsi per indagare meglio la verità, e la forza della proposta dimostrazione, pigliai un vaso di legno A B C, ed adattai ad un buco come sarebbe in E, il cannello uniforme di vetro inclinato come F E, incollando ogni fessura diligentemente, e riempito il vaso d' acqua, tanto che la sommità del cannello F fosse nello stesso piano della superficie dell' acqua, e subito aperto l' orifizio E, che prima io aveva turato col dito, e ponendovi via via dell' acqua, acciocchè la superficie di essa rimanesse alla medesima altezza della linea orizzontale, scappò l' acqua per lo cannello F E, ma in tal maniera, che l'aria subentrando dalla parte F, il cannello non gettava stando pieno, come di sopra ho fatto avvertire. Per tanto tagliai un tantino il tubo nella parte superiore H, acciocchè l' orifizio superiore fosse sommerso circa un grosso dito sotto la superficie dell' acqua, pure vi penetrò l' aria di sopra, ed il cannello restò in qualche parte voto. Finalmente tagliato il cannello circa due dita sotto, gettò stando pieno, e raccolta l' acqua, che passò in un certo tempo, fu pesata, e fu trovata sempre nella stessa quantità di quella, che in qualunque tempo uguale uscì dall' orifizio E, avendo sempre più sminuito il tubo, finchè vi rimase il puro orifizio E: segno chiaro, ed evidente, che sempre fu per l' appunto la medesima velocità dell' acqua, che passò per E colla maggiore, minore, ed anco con niuna lunghezza del tubo E F, come colla mia dimostrazione io aveva accennato.

Ma per ora voglio trattenermi un poco in Fisica, e indagare la cagione della maggiore velocità in O, ed N, di quel che possa essere impressa dall'altezza della soprastante aria, imperocchè a prima vista pare un paradosso, che la velocità dell' orifizio E, come per via di una attrazione, o di virtù magnetica regga le velocità superiori. Per la qual cosa considero, che l' acqua contenuta dentro il cannello F E, è sospinta dalla pressione dell' aria da ambedue le parti, e come continuatamente trattenuta, e di quì ne segue, che il cannello si conserva pieno; ma anche perchè l' acqua del cannello F E gravita secondo la sua altezza v. gr. P G, ne nasce, che la pressione fatta ad E, per via della direzione F E, sia composta dalla pressione di tutta l'aria,

o pu-

re dall'equivalente di una mole d'acqua alta 33. piedi, e di più dall'altezza dell'acqua, che si trova nel vaso P G, adunque questa pressione sarà molto più potente, che la pressione fatta in E per la direzione T E, o C E, la quale equivale alla sola pressione dell'aria, cioè dell' acqua alta 33. piedi. Laonde se non fosse d' impedimento la pressione dell' aria ad E, è chiaro che la velocità in E sarebbe quella, che è propria dell' acqua, che discende dall' altezza di 33. piedi accresciuta dall' altezza P G, e che la medesima velocità potrebbe essere impressa dalla sola altezza dell' aria superiore in qualunque sezione del tubo F E: ma perchè l' aria resiste in E, così si vanno contemperando a vicenda questi momenti, che equilibrate da l'una, e l'altra parte ad F e ad E queste contrarie eguali forze dell' aria, si ha in E quella velocità, che è propria solamente dell'altezza dell'acqua P G. Avendo adunque l'acqua, per via della pressione P G, in E una velocità di escire competente alla sua pressione, e questa in tutte le sue parti, ed avendone poi in V una minore a cagione della minore pressione, di quì ne segue, che essendo uguali gli segamenti, e disuguali le velocità, l'acqua E debbe allontanarsi dall'acqua V, imperocchè si scarica per E più acqua di quella che possa ricevere la sezione V; con la velocità conveniente alla sua pressione, adunque cessa la resistenza inferiore tra E, ed V, e conseguentemente la pressione dell'aria in F, per quanto le è permesso dalla resistenza in E, nel tubo F E spigne l'acqua con tutta la maggiore forza. Ma avendo noi di sopra fatto vedere, che la velocità E non è altro, che la maggiore forza d'una pressione sopra l'altra, è manifesto, che la pressione dell' aria superiore caccia l'acqua dentro il cannello F E colla velocità E, propria della pressione P G, e conseguentemente che cessa ogni attrazione alla parte E, e che tutto questo negozio procede dalla sola pressione dell'aria. Da tutto questo resta provato, che il moto dell'acqua pel cannello non è puramente naturale, e dipendente dalla sola gravità, ma bensì (come sopra accennai) violento, e simile a quello, che si fa nelle trombe per forza dell'embolo; il qual moto non ho mai supposto nella mia proposizione, nella quale suppongo il moto dell'acqua *nascere dalla sola gravità, ed essere libero affatto da ogni impedimento*.

Levata in questo modo, come credo, la causa, per la quale fu opposto alla mia proposizione, adesso mi rimane solamente da rispondere alle obiezioni, la prima delle quali è [n. 7.] *che i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo circa i gravi, che discendono*, soggiungendosi poco più giù nello stesso numero: *Mi pare adunque che questo insigne Autore abbia errato per aver creduto, che si dovesse discorrere nella medesima maniera de' fluidi discendenti, che de' gravi supposti dal Galileo*.

La seconda obiezione è quando (n. 9.) dice, che benchè vi sia qualche poco di differenza tra' supposti della mia, e sua proposizione, *vi rimane ad ogni modo una assai grande convenienza proveniente dalla natura de' fluidi, talchè l' opinione del Signore Guglielmini apparisce non avere sussistenza*, e ne rende la ragione.

La terza difficoltà è quando (n. 10.) dice, *che sempre variamente le parti superiori nel cannello vengono agitate secondo la diversa velocità delle parti inferiori, e la cosa diversamente cammina ne' gravi, de' quali trattò il Galileo*.

In quarto luogo prova [n. 11.] la sua asserzione con una particolare dimostrazione con queste parole: *Ed acciocchè questo più chiaramente s' intenda, consideriamo la seconda figura, dove A B si suppone essere il fondo del canale, &c.* quasi fino alla fine.

In quinto luogo dice [n. 13.] che a me *resta solo il cercare, quale sia la li-*

nea E G, secondo la quale la superficie dell' acqua corrente nel canale si dee inclinare, imperocchè da quì si conoscerà quanta sia l' area, in qualunque luogo si faccia la sezione, e dalle diverse aree delle sezioni, si raccoglieranno ancora diverse velocità ne' medesimi luoghi.

Fig. 2.

Debbo io dunque soddisfare al Signore Papino, circa le proposte difficoltà, acciocchè egli approvi le mie dimostrazioni. Per tanto nella prima difficoltà mi pare, che si cerchino due cose, una è se i fluidi, che discendono, nella loro discesa accelerino il moto: l'altra se posta questa accelerazione nella discesa dell'acqua, venghino osservate le leggi, che si credono dall'oppositore dimostrate dal Galileo per la sola discesa de' solidi.

Il primo dubbio resta sciolto dall'osservazione della natura, imperocchè l'acqua andando verso il centro colla sua naturale, e libera gravità, acquista sempre maggiori gradi di velocità, come si può vedere ne' canali, che sono molto inclinati, ne' quali le sezioni inferiori si fanno minori delle superiori, rimovendosi però tutti gl' impedimenti, come spesse volte io stesso ho osservato, ed ogn'uno può liberamente farne la sperienza. L'igegnosissimo Abate Castelli si dichiara d' avere osservato lo stesso, *nel corol. 2 alla prop. 4 del lib. 2. della misura dell' acque correnti. E fu cosa degna d' essere osservata, che crescendo l' acqua per detto canale, la sua altezza viva era diversa in diversi siti del canale, cioè sempre minore, quanto più si avvicinava alla sboccatura,* e questo è lo stesso che dire, che la velocità diviene sempre maggiore, e maggiore, secondo la maggiore distanza dal principio del moto, mentre corrispondono sempre le velocità reciprocamente alle sezioni, e nell' apportata esperienza all'altezze delle sezioni. Per questa ragione ancora l'acque, che liberamente cadono, come sarebbe quelle, che discendono da tetti, come comunemente viene osservato, s' assottigliano, crescendo la velocità se le fila componenti non vengono separate dall'aria, cosa che spesse volte in una tal qual distanza suole accadere, Questo stesso può osservare il Signore Papino diligentissimo sperimentatore, nel cannello proposto nella sua proposizione, dal quale benchè pieno, entrando l'aria, non esce più l'acqua, e ritroverà che nel ingresso dello stesso l'acqua occupa una molto maggiore circonferenza del orifizio, che nell'escita dallo stesso cannello, come è accaduto a me di osservare, mentre faceva questa esperienza; ma questo fu molto prima conosciuto da' mugnai, e da altri artefici di macchine, che sono mosse dall' acqua, facendo questi a bella posta che l' ale delle ruote si trovino sotto l' acqua, che cade da qualche luogo alto, acciocchè girino più presto, mentre per esperienza sanno, che questo più veloce moto difficilmente si potrebbe ottenere dalla sola gravità dell' acqua, overo anche dalla caduta di quella da piccola altezza. A questo si aggiunge la curvità degli spilli o siano orizzontali, o inclinati, la quale necessariamente dipende o da due moti, ovvero piuttosto da due principi, o direzioni di moto, de' quali moti se l' un, e l' altro sarà equabile, la linea non potrà mai essere curva, perchè essendo nel nostro caso la discesa proporzionale al tempo per l'uniformità del moto, le linee della caduta saranno sempre proporzionali a' segmenti pigliati nella linea della direzione, v. gr. orizzontale, nella quale il moto è necessariamente equabile, ed in conseguenza la linea del moto retta; come può conoscere ognuno, e specialmente il Signore Papino molto pratico delle leggi della statica. Si può aggiungere a tutte queste cose l' autorità del Torricelli, del Balliano, e del Mariotte, e di molti altri Mattematici famosissimi, i quali tutti non solo hanno accordato all'acqua il moto accelerato, ma di più anche le stesse leggi, che il celebre Galileo, la cui fama viverà immortale, ha generalmente dimostrate de' gravi, che discendono.

Per

Pertanto venghiamo alla seconda parte della difficoltà, quale è, se l'acqua che cade abbia la medesima proporzione d' accelerazione, che hanno gli altri gravi. Per istabilire questo bisognerebbe di nuovo rifare i principj del Galileo, ed interrogare il mio dottissimo Oppositore, se anche l'acqua, *che parte dalla quiete in tempi eguali acquista eguali momenti di velocità*, e se ha difficoltà di amettere il postulato dello stesso Galileo da lui poi dimostrato, come si può vedere nella giunta stampata dopo la sua morte *alla proposizione seconda del moto accelerato*, cioè che i gradi di velocità della stessa acqua acquistati in diverse inclinazioni di piani, allora siano uguali, quando sono uguali l'elevazioni de' medesimi piani; le quali cose se non rigetta, dee, prima di riprovare le mie dimostrazioni, assegnarne i parallogismi colla dimostrazione del Galileo; ma al contrario rigettandole, o è tenuto di mettere in campo principj più evidenti d' Idrostatica, ovvero con qualche forte dimostrazione fare toccare con mano la falsità di quelli del Galileo. Ma per dimostrare, che i fluidi gravi sono sottoposti alle medesime regole dell'accelerazione de' solidi, primieramente pare che non poco conferisca a ciò, che le velocità provenienti dalla pressione crescono in proporzione suddupla dell' altezze dell' acqua, nella medesima maniera per l'appunto, che fece vedere il Galileo circa i solidi, che cascano, o pure discendono per piani inclinati. Secondariamente, che la medesima, ed universale causa di gravità, e d' accelerazione in tutti i corpi discendenti (nello stesso fluido nel quale si fa il moto) qualunque essa si sia, debbe partorire proporzionatamente lo stesso effetto in tutte le parti della materia; ma circa questo coll' aiuto di Dio in un altro luogo, nel quale porrò in paragone alcuni principj Statici da me ultimamente trovati co' fenomeni della natura.

Ma tra tutte l' altre ragioni, ed autorità abbia il suo luogo l' opinione dello stesso ingegnosissimo Papino, il quale nel *Suctore Rotatili, & Pressore Hassiaco*, del quale ne ha data un accuratissima descrizione al publico *negli atti delli eruditi di Lipsia l'anno* 1689. *nel mese di Giugno a pag.*317., nel quale volendo, che si accomodi il cannello verticale al buco, dal quale con grande impeto dee poi escire l' acqua dice a car.321 *Questo adunque si doverà osservare, che la capacità de' cannelli si cresca colla stessa proporzione, colla quale la velocità dell' acqua, che sale, si sminuisce, imperciocchè così seguirà, che la medesima quantità dell' acqua passi nello stesso tempo*. E più di sotto mostrando il modo, col quale si debbono formare questi cannelli, conformandosi alla dottrina del dottissimo Galileo, stabilisce che in quelli i diametri di tutte le sezioni siano reciprocamente tra loro in proporzione subquadrupla delle loro altezze, cioè delle distanze dal segno, al quale l' acqua col concepito impeto può arrivare. Il che stabilito è facile cosa il dimostrare col metodo analitico, che il ritardamento dell' acqua ne' condotti verticali procede per numeri cassi verso l' unità, e che per conseguenza l' accelerazione cresce per numeri similmente cassi principiando dall' unità, o pure, che è lo stesso, che le velocità dell' acqua nel discendere sono tra loro in suddupla ragione degli spazj passati: e nel salire, degli spazj che debbono passare, come veramente non può assegnarsi altro principio per mostrare l'asserita figura de' cannelli. Dalle quali cose è chiaro, che il Signore Papino non solamente ammette la medesima accelerazione tra gli gravi fluidi, e solidi, ma anco le leggi, che io aveva pigliato dalla dottrina del Galileo.

Perlochè avendo io tenuto lo stesso metodo nel filosofare de' fluidi, che scendono, che il Galileo de' solidi, nessuno errore averò fatto, per altro sono pronto a concedere al Signor Papino (n. 7.) *che i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo de' gravi descendenti*. Ma allora

ſolamente, quando non ſono liberi nello ſcendere da tutti gl' impedimenti, il che ſenza dubbio accade ancora ne' ſolidi, imperocchè ſo anche io, che non s' accelerano i peſi eguali degli orologi, che nel diſcendere gli fanno muovere, ſiccome ſo, che nè pure acquiſtano maggiore velocità l' acque, che corrono per canali curvi, e pel tubo Papiniano. Ma queſta ritardazione di moto non nuoce punto alla mia dottrina, per avere io ſuppoſto nella controverſa propoſizione, il moto libero, aſpettando di parlare del ritardamento della velocità nell'altra parte, che io aveva promeſſo, come poi ho fatto *nel libro quinto, e preciſamente nella propoſizione* 10, *e* 11. Imperciocchè nel metodo da me pigliato è ſtato neceſſario prima di ſupporre, che l' acqua corrente per i letti de' fiumi non foſſe ritardata da alcuno oſtacolo; sì perchè fiſicamente parlando, il caſo non ſolamente è poſſibile, ma ancora frequente ne' canali, volgarmente detti, regolari, e perciò ſe ne dee fare qualche ſtima; come anche, perchè ſe non è impoſſibile, almeno ſarebbe una coſa molto lunga, ed imbrogliatiſſima il volere conſiderare a parte tutti gl' impedimenti, come per eſempio l'unione ſcambievole delle particelle dell'acqua: il ſoffregamento col fondo, e colle ſponde del letto: le tortuoſità facili ritrovarſi in qualunque fiume, molto più d'ogni altra coſa dannoſe all' accelerazione: i venti contrarj al corſo dell'acqua, un fiume che entra nell'altro: i pignoni alzati per ſoſtenere le ſponde, e per rompere la forza dell' acqua negli alvei fatti a mano: la diſuguaglianza delle ſezioni, e ſimili altri impedimenti; oltre che quando anche aveſſi ſtabilito di dimoſtrare tutte le predette coſe, e perfettamente mi foſſe rieſcito il diſegno, la fatica ſarebbe ſtata buttata, ſenza prima conoſcere, quale foſſe la velocità, che doveva eſſere ſminuita dagl' impedimenti; cioè il grado della velocità naturale, che poi viene ritardato da' ſopradetti oſtacoli. Ma finalmente mi pare in un certo modo di indovinare, che ſenza le precedenti cognizioni, e dimoſtrazioni del 2. lib. non ſarei mai arrivato alla ſeconda propoſizione del 4. libro, la quale confermata dall' eſperienza, è ſervita di fondamento alla regola generale dimoſtrata nella 7. prop dello ſteſſo libro; dalla quale ſono ſtato condotto, quaſi per mano, a miſurare qualunque ſorta d'acqua, che corra con moto libero, e ritardato.

Alla ſeconda oppoſizione, cioè che non oſtante la diverſità de' caſi, ad ogni modo vi ſia tra le noſtre ſuppoſizioni una certa *convenienza proveniente dalla natura de' fluidi;* riſpondo che, ſe l' aſſerita convenienza ſi piglia da ſomiglianza di fluidità, gravità ſpecifica, e ſimili altre coſe, certamente confeſſo, che dalla parte della natura de' fluidi vi è un intiera convenienza, ma queſta non è al caſo noſtro; ma ſe il paragone ſi fa in ordine al moto, v' è tanta diverſità tra le ſuppoſizioni del Signore Papino, e le mie, quanta ſi trova tra il moto naturale, e il violento, tra l' impedito, e il non impedito, della quale niuna ſe ne può penſare maggiore, eſſendo affatto contraria.

Alla terza difficoltà, che ha forza d' argomento per provare la propoſizione ſoprapoſta, cioè che (n. 10.) *ſempre variamente ſi muovono nel canale le parti ſuperiori dell' acqua ſecondo la diverſa velocità delle parti inferiori, e che il ſimile non accade ne' gravi, della diſceſa de' quali ha trattato il Galileo:* di nuovo riſpondo, che ſe è vero, come evidentemente ho di ſopra dimoſtrato, che i fluidi non impediti accelerano il moto nella loro diſceſa, non vedo per quale ragione poſſa farſi, che le parti antecedenti, avendo maggiore velocità, poſſano ritardare le ſeguenti, che ſi muovono con minore velocità; imperocchè ſiccome ſe due globi di mole, e di peſo uguali ſcendeſſero per un piano inclinato A D, o per la perpendicolare A E, tal che uno immediatamente dopo l' altro cominciaſſe a muoverſi dallo ſteſſo principio

Fig 4.

cipio A, e continuaſſe liberamente per A D, o per A E, il globo C in neſſuna maniera potrebbe impedire la diſceſa del globo B; imperciocchè l' impedimento al moto non ſi può avere, ſe non da qualche corpo, che ſtia fermo, ovvero a guiſa di fermo, e che riceva l' impeto dell' altro corpo mobile, come ſarebbe, quando un corpo ſi muove di moto contrario all' altro, o pure di moto minore, ancorchè colla ſteſſa direzione, ma non mai queſto può accadere, quando il moto è nella ſteſſa direzione, è maggiore, perchè allora non può ricevere l' impeto del corpo, che lo ſegue; ma nel noſtro caſo il globo C fugge con altra e tanta velocità, con quanta viene ſeguitato dal globo B; adunque ſarà impoſſibile che B poſſa comunicare qualche parte anche minima del ſuo moto al globo C, e per conſeguenza che C ſia impedito dal globo B; e così applicando queſta dottrina alle parti d' innanzi, e di dietro, o di ſopra, o di ſotto dell' acqua, ſarà impoſſibile che le parti inferiori dell' acqua, purchè non ſiano trattenute nel ſuo corſo, poſſano cagionare diverſità di moto nelle ſuperiori, come precipitoſamente, e ſenza badare alle mie ſuppoſizioni viene aſſerito dal Signore Papino. Che ſe poi egli mi opporrà gli impedimenti del fondo, delle ſponde, della tortuoſità dell' alveo, della viſcoſità della ſteſſa acqua, o finalmente di altri corpi, che reſiſtono al ſuo libero corſo, di nuovo mi converrà riſpondere, che le mie dimoſtrazioni, ſecondo il coſtume de' Mattematici, preſcindono da tutte queſte coſe, ed altre ſimili, come anche di ſopra ho già accennato. Imperciocchè non mi ſono propoſto di conſiderare queſte alterazioni accidentali ad una ad una, *ma ſolamente di conſiderare i canali col preſcindere da ogni impedimento per dedurne da ciò certe leggi naturali, colle quali poteſſi arrivare ad altre cognizioni*, come chiariſſimamente mi ſono ſpiegato nella Prefazione. Del rimanente, ſe poi il Signor Papino, per la miſura pratica dell' acque, cerca il calcolo degl' impedimenti, legga la 7. prop. del 4. lib., e il ſuo coroll. e le citate propoſizioni 10. e 11. del 5. lib. nelle quali vedrà conſiderati gl' impedimenti, che ritardano la velocità de' fiumi, ed inſieme vi troverà una regola univerſale per la miſura, sì della perduta, come della rimanente velocità.

Ma nella quarta difficoltà anche fa qualche forza contro la mia opinione provando colla 2. figura, che l' acqua, che dal canale A B eſce per E non ſcende per lo piano E H, ma per un altro molto più inclinato, come ne ſegue dalla mia ſeconda propoſizione, che egli impugna, ed io ſteſſo nel 5. coroll. della ſteſſa prop., ho eſpreſſamente affermato. Al che ſoggiungendo egli, che ſecondo la dottrina del Galileo doveva io tirare la linea E H parallela al fondo del canale; io non poſſo approvare queſta ſua prop., e credo che non ſarà approvata da Mattematico veruno; imperciocchè la dottrina del Galileo è, che s' accelerano i gravi nello ſcendere, coſa che non accaderebbe, ſe l' acqua nel ſuo corſo per lo canale A B deſcriveſſe colla ſua ſuperficie una linea parallela al fondo, mercè che eſſendo chiaro, che nello ſteſſo canale ſempre uniforme, le ſezioni ſono reciproche alle velocità, come il mio oppoſitore piglia a dimoſtrare in queſta ſua propoſizione, ed anche ſi deduce dalla mia 3. prop. del primo lib., ne viene di conſeguenza, ſuppoſta la ſteſſa larghezza in tutte le ſezioni, che le velocità ſono reciproche all' altezze: ma ſupponendoſi eſſere parallela la ſuperficie dell' acqua al fondo del canale, tutte l' altezze delle ſezioni ſaranno uguali, adunque ancora ſaranno uguali tutte le velocità delle ſezioni, onde l' acqua non ſi muoverà di moto accelerato, come da noi è ſtato dimoſtrato, e per la dottrina del gran Galileo viene ſuppoſto: ſi oppone adunque apertamente alla ſentenza del Galileo la propoſizione del Signore Papino, il quale pre-

tende che la linea della superficie dell'acqua si tiri parallela al fondo del canale, ma non già la mia, nella quale pretendo dimostrare, che tanto più si inclina la linea al fondo, quanto maggiore è l'allontanamento del canale dal suo principio. Del resto concordiamo nell'affermare che la declività della linea E G *non è uguale per tutta la lunghezza del canale, ma quanto più c'accostiamo al principio, tanto maggiore è l'aumento della velocità in una data lunghezza del canale*, imperciocchè questo stesso io ho asserito nel corollario della proposizione quarta del libro secondo, come una cosa, che necessariamente ne veniva in conseguenza non solamente dalle mie proposizioni, ma ancora dalla dottrina del Galileo.

Finalmente alla quinta difficoltà rispondo che se non mi resta altro da cercare, se non *quale sia la linea E G, secondo la quale si dee accomodare la superficie dell'acqua, mentre corre per lo canale inclinato;* mi posso rallegrare di avere fatto tutto quello, che io doveva: imperciocchè nelle prop. 7. 8 9. ho abbondantemente discorso di simile sorta di linee, e ho dimostrato il metodo, col quale da certe linee date, se ne possano descrivere, e ritrovare dell'altre curve nella stessa maniera, tal che dato qualunque sito di un canale, possiamo sicuramente investigare l'altezza delle sezioni.

Queste sono le cose, Illustrissimo Signore, che ho stimate opportune d'apportare all'opposizioni dell'eruditissimo Signor Papino, e per istabilire maggiormente la mia proposizione: ora tocca a voi giudicare se posso ottenere il mio intento appresso gli uomini letterati; perchè a me pare di non avere tralasciata cosa alcuna, che potesse essere necessaria, benchè avessi potuto inserirvi molte cose di più, le quali ho tralasciato, perchè essendo di poca considerazione, mi sono vergognato di proporle al vostro gran talento. Vi scongiuro, con tutto ciò, quanto so, e posso, a supplire colla vostra gran dottrina a quanto io ho mancato, imperciocchè non per altra causa ho stabilito di mandare a voi questa lettera, se non perchè passando per le vostre mani, la vostra erudizione le conciliasse maggiore stima, come anche perchè non paia, che io faccia poco conto del mio dottissimo avversario, che grandemente stimo.

Conservatemi in vostra grazia, e procurate di mantenervi sano per utile, e decoro della Republica Letteraria.

Bologna 24. Dicembre 1691.

LET-

LETTERA SECONDA IDROSTATICA

Scritta dal Signor DOMENICO GUGLIELMINI all' Illustriss. ed Eruditiss. Signor ANTONIO MAGLIABECHI Bibliotecario del Sereniſſimo Gran Duca di Toſcana.

LA controverſia, che è inſorta tra l'eruditiſſimo Signore Papino, e me circa alcune materie appartenenti all' Idraulica, della quale da voi con tre gentiliſſime lettere qualche meſe avanti ne era ſtato avviſato, m' ha ſtimolato, e m' ha poſto nelle mani i fondamenti di cercare il metodo per determinare la velocità dell'acqua, o d' altro fluido, che eſce dalle trombe; dopo avere nell' altra mia lettera ſcritta al Signore Leibnitzio ſoſtenuto abbaſtanza, almeno per quanto mi permettevano le mie deboli forze, l' attaccata dimoſtrazione; ed avendo a caſo comprati gli atti di Lipſia dell'anno 1690. venuti di freſco in queſta Città, accidentalmente nel meſe di Maggio a carte 223. mi venne oſſervato l' eſame, che fa il Signore Papino del ſifone Vurtembergeſe ritrovato dal dottiſſimo Signore Reiſelio, nel qual eſame cercando il ſopradetto Autore la quantità dell' acqua, che eſce dal braccio, che porta fuora, del ſifone, poſe quella propoſizione, dalla quale ne nacquero poi tutte le oppoſizioni contro il mio ſiſtema della miſura dell' acque; ma già avendo dimoſtrato nell' altra lettera, che queſta propoſizione; come è dimoſtrata dal Signore Papino, non è troppo vera, anzi avendo io poſto in chiaro, con quali principj, e con quale proporzione ſi può verificare, ora ho ſtimato ben fatto l' adornare, per quanto è poſſibile queſta parte d' Idroſtatica, o ſia Idraulica fin adeſſo non toccata da altri. Tutto quello che ho operato in queſti pochi giorni ho riſoluto di comunicarlo a voi, che ſete pel voſtro grande, e profondo ſapere il decoro della noſtra Italia, e queſto tanto più volentieri debbo fare, quanto più conſidero, che mi ſono riſoluto a ſcrivere in queſta materia a voſtra perſuaſione.

Quello adunque, che mi ſono prefiſſo di cercare, è in qual modo ſi abbia a determinare la velocità dell' acqua nelle trombe, e per fondamento di queſta mia ricerca ſuppongo alcune propoſizioni Idroſtatiche, o da ſe note, o confermate dall'eſperienze, e dimoſtrazioni d' altri Autori, e la prima ſia queſta.

I. I fluidi della ſteſſa ſpecie, o ſia gravità ſpecifica ſi equilibrano ſecondo l' altezza ſenza avere riguardo veruno all' ampiezza, o ſia larghezza. Come ſe il vaſo per eſempio A B C D foſſe unito, e comunicaſſe col cannello D E F, qualunque ſorta di liquore ſi equilibrerebbe tanto nel vaſo, quanto nel cannello, alla ſteſſa orizzontale A B F o G H, ſenza diſtinzione alcuna non oſtante, inegualità de' diametri A B, I F, purchè il cannello E F non ſia piccoliſſimo, *Fig. 5.*

impe-

imperocchè allora l'acqua in quello si alzerà un poco sopra l'orizzontale A B; ma se l'acqua sarà più alta o nel vaso, o nel cannello, e questo si spezzi per esempio in H, l'acqua escirà da H, per non essere il cannello lungo a sufficienza da potere contenere tanta acqua in equilibrio.

II. Le parti compresse del fluido esercitano la loro forza indifferentemente verso qualunque luogo, ma l'effetto non si vede se non verso quella parte, dove la resistenza è poco, o nulla.

III. I fluidi di diversa gravità specifica, allora si equilibrano, quando le loro altezze sono in reciproca proporzione delle gravità specifiche, ovvero al contrario, come se nel vaso A B C D vi fosse l'acqua, e nel cannello E F l'olio, non si farà l'equilibrio, se non quando l'olio nel cannello E F averà tanta maggiore altezza dell'acqua, che è contenuta dal vaso A B C D, quanto maggiore è la gravità dell'acqua della gravità specifica dell'olio, dal che ne segue.

IV. Che l'aria si equilibra in tal maniera coll'acqua, che circa 33. piedi di questa equiponderano alla gravità di tutta l'aria, e perciò l'acqua ne' sifoni, se non è impedita, si alza fino a quest'altezza, e non più.

V. Anzi al contrario l'aria adopra tutta la sua forza nell'aperture de' cannelli pieni d'acqua, che se la pressione fatta dall'acqua, o pure la velocità della stessa acqua nel cannello, dal quale esce, sarà maggiore della velocità impressale dalla forza dell'aria, scenderà, se minore salirà, se eguale rimarrà sospesa nel suo stato senza muoversi.

Considerate queste cose ne vengono le seguenti.

I. Che ne' sifoni di braccia eguali ripieni d'acqua, l'altezza de' quali sia minore di 33. piedi, non seguirà alcuno flusso, ma il fluido resterà sospeso, ma se l'altezza sarà maggiore di 33 piedi, l'acqua escirà dall'una e l'altra parte, fino che sarà arrivata alla detta misura. Imperciocchè siano nel sifone A B C le braccia A B, B C eguali, cioè gli orifizi A, e C terminino nella stessa orizzontale A F, ovvero l'una, e l'altra parte abbia la medesima altezza B D; l'orificio C sia immerso nel fluido E H, e tutto il sifone A B C sia pieno d'acqua, dico che, benchè l'orificio A penda liberamente in aria, con tutto ciò non escirà da esso parte alcuna del fluido, purchè le braccia A B. B C siano minori di 33 piedi, perchè essendo maggiori, dico, che l'acqua discenderà da tutte due gli orifici A. C, fino che l'altezza di quella in ambe le parti si riduca a 33. piedi. *Fig. 6.*

Imperciocchè essendo che l'aria preme in tutti due gli orifizi A. C del sifone con tutta la sua altezza, o come piace ad altri colla forza elastica, e tutta la pressione dell'aria viene equilibrata dall'altezza di 33. piedi d'acqua, se si leva la pressione dell'aria in C, e storto all'insù il tubo C I si sostituiscano in esso 33. piedi d'acqua, o pure più precisamente, quanto basta per equilibrio dell'aria, seguiranno li medesimi effetti di prima, imperciocchè non si muta la forza dell'acqua B C, e alla resistenza dell'aria si sostituisce un'eguale resistenza d'acqua. Per la medesima ragione, se invece della pressione, ovvero resistenza dell'aria in A, si sostituirà nell'altra parte del sifone, similmente storto all'insù, un'eguale altezza d'acqua A M, l'acqua conserverà la prima quiete, o pure il moto primo; ma nel sifone I C B A M si ha la quiete a cagione dell'equilibrio fatto nella stessa orizzontale I M, adunque ancora si averà la quiete nel sifone A B C di parti eguali, e per questo l'acqua non uscirà da A, purchè l'altezza B D sia minore di 33. piedi.

Ma se B D è maggiore di 33. piedi, e l'eccesso è N B, tirata per N l'orizzontale Q N P, è manifesto, che l'acqua O A, o pure P C equilibra

la

la pressione dell'atmosfera; per lo che s'intendano tronchi i tubi O M. P I, acciocchè l'acqua non acquisti in essi maggiore altezza di quella, che equipondera alla pressione dell' atmosfera; e perchè l' acqua B A ha maggiore altezza, che la O A, prepondererà la B A, e nel discendere spingerà all' insu la O A, e perciò l'acqua escirà da O fin tanto che la sua superficie sarà abbassata alla medesima orizzontale O P. Nello stesso modo l'acqua della parte B C si abbasserà alla stessa orizzontale, ma di sopra abbiamo dimostrato, che il moto, e la quiete nel sifone A B C è come in O A B C P, adunque ancora nel sifone A B C l'acqua si abbasserà fino all'orizzontale O P, e conseguentemente determinato il flusso dell'acqua per A, e C, cesserà il moto, e l'acqua non correrà più, il che si doveva dimostrare.

Ma si debbe notare, che se l'acqua, che esce dal sifone B C, può crescere l'altezza nel vaso F G, non discenderà in tanta quantità nel braccio B C, come nel B A, imperciocchè l'orificio del sifone s'intende sempre quella parte, che si unisce alla superficie dell'acqua, nella quale è immerso il sifone, come già a tutti è noto, e per questo coll'alzamento dell'acqua nel vaso F G sollevandosi l' orifizio del sifone, si scorcerà la parte C B, e conseguentemente l'acqua non discenderà in tanta quantità in C B, come in A B.

Da quì si conosce, che l'equilibrio ne' cannelli di parti eguali non proviene universalmente dall'uguaglianza di peso de' fili d' acqua A B. B C, come da tutti finora, per quanto io so, è stato creduto, ma ne' cannelli più corti dall'equilibrio dell'aria fatto nella maggiore altezza B, imperciocchè ogni qual volta l'eguale pressione dell'aria in A, ed in C resta interrotta, o troncata da un'eguale resistenza B A. B C è necessario, che l'altre pressioni dell'aria in B, che opera oppostamente, cioè da una parte da A in B. e dall'altra da C in B, siano eguali, e perciò debba succedere l'equilibrio, Che se poi l'aria lasci di premere contra le parti A, allora è evidente, che l'acqua escirà da A non ostante l'eguaglianza de' bracci, e l' eguale peso dell'acqua in essi contenuta: nel quale caso tirata l'orizzontale B R, l' acqua in B averebbe la stessa velocità, che escendo dal vaso, nel quale l'altezza dell'acqua fosse I R, imperciocchè l'acqua salendo da C in B per C B passa appoco appoco tutte le velocità minori, e maggiori, che sarebbero impresse dall'acqua medianti tutte le pressioni tra C, ed R sotto l'orizzontale I M secondo l'ordine delle parallele A C, O P, B R ec. e perciò in B averà la velocità I R, cioè quella, che averebbe se da I fosse liberamente caduta in R. Ma la velocità crescerebbe molto più, se cadesse da B in A, tal che non riempirebbe affatto il cannello A B, e la velocità in A corrisponderebbe alla velocità C, cioè all' altezza di 33. piedi d'acqua.

II. Ne' sifoni di braccia disuguali l' acqua correrà per lo più lungo colla stessa velocità, che escirebbe da un vaso, che tenesse l' acqua tanto alta, quanto è la differenza de' cannelli, purchè il più lungo non sia maggiore di 33 piedi.

Si supponga che la parte B A del sifone A B C sia prolungata in S, tal che l'altezza B V non passi 33. piedi, e tutto il sifone sia pieno d' acqua, che continuamente le venga somministrata dalla conserva F G, nel quale la superficie dell'acqua ferma sia F E, dico che l'acqua escirà dall'orificio S colla stessa velocità, che escirà da un vaso, che fosse alto quanto la linea D V; differenza che passi tra la lunghezza delle braccia del sifone.

Imperciocchè rivoltato il sifone in S T, tal che l'altezza di questo braccio rivoltato sia di 33. piedi, si fa manifesto dalle cose sopra dimostrate, che l'altezza dell'acqua T S farà le parti dell'aria, che preme contro l'ori-

ficio

ficio S, per lo che aggiunto il tubo S T, l'acqua non muterà il primo moto, mentre corre per lo tubo C B S. Tirata adunque da T l'orizzontale T Y, l'altezza V Z sarà di 33. piedi, ma ancora la D X è tale, adunque D X, e V Z saranno eguali; ma D B si è supposta minore di 33. piedi, adunque il punto B sarà sotto Z, e conseguentemente sotto T, per lo che l'acqua T S averà più forza che la B S, e perciò la resistenza dell'acqua T S si estenderà sino a B, e così la parte S B del tubo si conserverà piena: e perchè D V è la misura di quanto si abbassa l'orificio S sotto l'orifizio C, ed è X Z o I Y la misura dell'abbassamento dell'orificio T sotto l'altezza del cannello I, l'acqua in T scorrerà colla velocità, colla quale discenderebbe da I Y, essendo X Z e D V eguali, adunque l'acqua in T si muoverà colla velocità della discesa D V, cioè con la velocità, colla quale escirebbe da un vaso, che avesse l'altezza D V: ma per quello che si è dimostrato l'acqua corre nel sifone C B S colla stessa velocità che da T, adunque l'acqua escirà dall'orificio S colla stessa velocità che escirebbe da un vaso, la di cui altezza fosse D V. il che si doveva dimostrare.

Da queste cose, che si sono dimostrate ne segue in primo luogo, che le velocità ne'sifoni uniformi sono tra di loro in suddupla ragione delle differenze, che hanno le braccia de' sifoni, la quale proporzione osservano anche le quantità dell'acqua, purchè i diametri de' sifoni siano tra loro uguali, e le sezioni simili. Se poi le sezioni saranno simili, e gli diametri disuguali, allora le quantità dell'acqua averanno la ragione composta di quella, che è doppia de' diametri, e suddupla delle differenze tra le braccia de' sifoni. E più generalmente averanno la ragione composta della ragione delle sezioni, e della ragione suddupla delle dette differenze. Tutte le quali cose sono già chiaramente proposte nella dottrina generale della velocità dell' acque, che io nel primo libro dell' acque correnti dopo il Castelli ho dimostrato. Ma di più ho anche con esperienze riprovato le quantità dell'acqua; imperciocchè da un sifone la differenza delle braccia del quale era di 714 parti, escirono 24 once d'acqua in tempo di 20. vibrazioni di un pendolo, e dallo stesso essendo la differenza delle braccia di parti 542. escirono sole once 20. $\frac{1}{3}$ d' acqua, la quale proporzione conviene assai esattamente alla suddupla delle differenze.

Ne seguita in secondo luogo, che se vogliamo investigare la determinata quantità dell' acqua, che in un certo tempo esce dal sifone, benchè questo si debba sperare più esattamente, e più facilmente dall' esperienza, ad ogni modo si potrà avere facilmente per via della nostra tavola *esposta nel sesto libro al fine del predetto trattato*. Imperciocchè trovata la differenza delle braccia sotto il nome dell'altezza ricercata dell'acqua, corrisponderà a questa nella tavola lo spazio dovuto alla velocità, il quale moltiplicato colla superficie della sezione ci darà la solidità dell' acqua, che in un minuto di tempo passa, e ce la darà in misura lineare, la quale a nostro beneplacito si potrà trasmutare in peso, o altre simili misure di liquidi. Questa misura si dee però tassare considerati gl'impedimenti secondo la varietà delle circostanze, e specialmente del fregamento dell'acqua colla superficie interna de' sifoni, imperciocchè dovendo questi essere molto stretti, acciocchè scorrino pieni, ne viene in conseguenza, che alle volte l'impedimento del contatto, e particolarmente ne' sifoni più lunghi, possa togliere qualche sensibile velocità, o sia accelerazione di moto all'acqua.

Fa quì a proposito l'esperienza riferita dal dottissimo Signore Mariotte nel suo libro stampato in Lingua Francese, e intitolato *Del moto dell' acque part.* 3. dis-

differt.2. dopo la regola per la misura degli spilli. Imperocchè il predetto Autore ha osservato, che se al fondo di un gran vaso si applichi una cannella perpendicolare lunga, ma stretta, esce più acqua dal vaso, quando vi è la cannella, che dal buco fatto nel fondo del detto vaso eguale all' apertura della cannella; e così dalla conserva A B C D alta, e larga un piede, nel fondo della quale all' apertura E era applicato un cannello E F lungo 3. piedi, e nella parte E larga tre linee, e dalla parte F linee 3 $\frac{1}{2}$ benchè senza cannello, come egli scrive, dovessero escire per l'apertura E nello spazio di 60. minuti secondi 4. mezzette d'acqua, o poco meno, secondo le regole da lui date, e dalla medesima apertura col cannello F G, cioè coll' altezza d'acqua di 4. piedi, quanta si suppone essere l'altezza G F, altre volte fossero escite mezzette 8. $\frac{1}{3}$ con tutto ciò dalla conserva non escì nè l' una, nè l'altra copia d'acqua, ma una quantità mezza proporzionale tra 4. e 8. $\frac{1}{3}$ Ma dopo mutato il cannello, e pigliatone uno lungo solamente due piedi, e largo 4. linee posto sotto il vaso G E, che teneva 4. dita d' altezza d' acqua, escirono misure d'acqua 12. $\frac{1}{2}$ di quelle, che levato il cannello ne sarebbero escite 8. $\frac{1}{2}$ da E; e 18. supposto il vaso allungato fino ad F, cioè alto 2. piedi, e 4. dita. Di questo effetto l' Autore ne assegna la ragione col dire, che ciò accade, perchè l'acqua s'accelera nel cannello, e colla sua viscosità ne tira l'altra, che è nel vaso A C, la quale trattiene scambievolmente l' altra acqua, che discende per E F, tal che la velocità dell' acqua, che proviene da questo acceleramento, e ritardamento, viene ad essere *geometricamente* media proporzionale tra le velocità acquistate nelle discese, ovvero nell' altezze dell' acqua G E. G F.

Fig. 4.

Ma benchè in quest' osservazione io m' accordi coll' Autore, mi ritiro però per più cagioni dallo stabilire la regola da lui proposta, e dall' assegnare la causa da lui assegnata, primieramente, perchè se fosse vera la causa assegnata, dipendendo l'aumento della velocità, e della rispettiva diminuzione dallo stesso principio, e perciò essendo composta da un eguale aggiunta, e scemamento, pare, che il resto della velocità dovesse piuttosto corrispondere alla media proporzionale Aritmetica, che alla Geometrica, come è noto dall' osservazione. Secondariamente perchè io stimo impossibile, come ho dimostrato nella lettera scritta al famoso Leibnitzio, che la velocità dell' acqua inferiore possa operare nella superiore. In terzo luogo perchè assolutamente credo, che l' accrescimento della velocità dipenda dalla pressione dell' aria fatta nella parte superiore, e che il ritardamento non derivi da altro, che dalla resistenza maggiore ne' cannelli stretti, e più lunghi, come è quello nell' esperienza presente, che non ha più di 4 linee di diametro, e tre piedi di lunghezza, come anche lo stesso Signore Mariotte perítissimo in queste cose poco più sotto soggiunse: questa opinione rimane confermata da due altre esperienze portate nello stesso luogo; imperciocchè essendo il cannello E F lungo due piedi, e di diametro $\frac{5}{6}$ d' una linea, vi passò tanta copia d'acqua, quanta ne passò tagliato che fu il cannello all' altezza di un dito; impedendo il soffregamento ogni acceleramento, come nello stesso luogo è ottimamente notato. Al contrario poi applicato il cannello E F lungo 6 piedi, e largo un dito, il vaso A B C D di un piede, ad uso di cubo si votò in 37. minuti secondi, ma segato il cannello in due parti eguali in H, solamente in 45. minuti se-

con-

condi ed intieramente segato in E si votò in 95. dalla quale osservazione se ne può dedurre, che la proporzione della velocità media supera di molto la media proporzionale geometrica, e si accosta alla vera proporzione dell' accelerazione della velocità, siccome fatto il calcolo facilmente si conoscerà.

III. Dalle cose già dette è facile cosa il dimostrare, *che se la parte più lunga del sifone sarà alta 33. piedi l' acqua escirà dall' orifizio S colla stessa velocità, che averebbe l' acqua nel cadere da I in R, cioè da D in V, che anche in questo caso è la differenza della lunghezza delle braccia. Ma se il braccio più lungo eccederà l' altezza di 33. piedi, non per questo si accrescerà la velocità, ma continuerà sempre la medesima, cioè della discesa I R.*

Fig. 6.

Imperciocchè equivalendo I C a tutta la pressione dell' aria, e impiegandosi la parte R C per sostenere l' acqua in C B, il resto della forza dell' aria, che preme in B, non sarà maggiore della pressione di I R, qualunque sia la lunghezza del braccio. Perciò si ha da notare, che essendo l' altezza B S minore di 33. piedi, allora sempre dall' aria, che preme in S viene impedita una simile pressione in C, o pure il rimanente di essa in B, e conseguentemente si sminuisce quella velocità, che per altro si averebbe. Ma quando l' altezza B S è precisamente di 33. piedi, supposto sempre, che 33. piedi equilibrino la pressione dell' aria, allora resta primieramente libera da ogni impedimento la velocità in B, e la pressione dell' aria in C non da altra forza viene combattuta, che da quella de' due fili, o cilindretti d' acqua B C, e perciò non potendosi avere dalla stessa potenza una maggiore velocità, che colla sottrazione di tutta la resistenza; tolta quella in B col maggiore allungamento del braccio B S, non si potrà crescere la velocità in B, e conseguentemente nè meno la quantità dell' acqua, che è determinata dalla velocità, e dalla sezione del sifone in B. Se poi sia per continuare ad essere pieno il sifone nella parte B S non lo saprei assolutamente determinare, imperciocchè sembra che la resistenza dell' aria in S possa trattenere piena una certa parte del sifone; al contrario poi quelle bolle, che escono dall' acqua non compressa dall' aria, e che vengono alla sommità del sifone, pare che possano alquanto impedire la pienezza del sifone B S. Questo bensì più risolutamente asserisco, che se il sifone rimane pieno in qualche parte del lato B S, in S non vi sarà maggiore velocità che in B; ma che se poi si voterà il sifone, tal che l' aria, possa penetrare per la parte S B che in B senza essere spinta all' ingiù dall' impeto dell' acqua in B, cesserà tutto il moto, e succederà la quiete nel sifone.

Continuando a tenere pieno il sifone, si potrebbe accrescere la velocità nella cima del sifone B collo scorciare il filo, o cilindretto B C, come se si piegasse il sifone più giù, o pure si tirasse sopra il piano orizzontale C A, imperciocchè allora averessimo il massimo grado di velocità possibile, che verrebbe dalla pressione dell' aria, se colla lunghezza del braccio A S si levasse tutta la forza dell' aria, che preme in S.

Non crederei, che fosse per essere cosa inutile, e disdicevole investigare la verità di queste stesse speculazioni con altri metodi, cioè col mezzo delle parti de' sifoni, da' quali è composta la tromba. Imperciocchè è manifesto, che tal sorta di sifoni equivale a due cannelli perpendicolari, e ad un orizzontale, che li unisce, e perciò cercheremo secondo diverse combinazioni, qual moto sia nel tubo perpendicolare, che sale, quale in quello che discende, e quale nell' orizzontale, acciocchè da queste cognizioni venghiamo in chiaro, quali siano le mutazioni, e l' alterazioni de' fluidi ne' cannelli chiusi secondo la diversità de' casi.

Fig. 8. Consideriamo adunque il sifone perpendicolare, ed uniforme A B C D pieno

no d'acqua ma ferma, dalle cose sopradette si deduce, che esposto all'aria libera, sarà egualmente compresso dal peso dell'aria, tanto nella parte A B, quanto nella C D: per la qual cosa se l'acqua A B C D non fosse grave, o pure eguale in specie alla gravità dell' aria, a cagione di questa eguale pressione non seguirebbe alcun moto; ma perchè l'acqua è veramente grave, e più grave dell'aria, preme con tutto il suo peso contro il fondo C D colle forze, che provengono dall'altezza A C; laonde preponderera la pressione in C D, che viene cagionata dall'aria, che preme sopra l'orifizio A B, e dall'acqua A D: equivalendo adunque la forza dell' aria all' altezza di 33. piedi d' acqua, aggiunta l' altezza A C, la quale si suppone essere per esempio di 4 piedi, tutta la forza in C D sarà di 37. piedi, ma perchè ancora l'aria inferiore preme contro C D con tanta forza, quanta ne ha tutta l'altezza dell'atmosfera, cioè di 33 piedi d'acqua, e con essa resiste al moto dell'acqua per C D, se si sottrarrà la resistenza di questa dalla forza, che fa quella per escire da C D, ci rimarrà solamente l'altezza dell' acqua A C. Dal che se ne raccoglie, che la velocità colla quale escirebbe l'acqua dal predetto sifone nell'aria libera, sarebbe la stessa, che averebbe nel voto, a cagione dell'aumento, e decremento della velocità, che viene prodotta dall'aria. Ma suppongasi, che l'acqua scorra, e che alle parti A B ne venga somministrata tanta copia, quanta ne fa di bisogno; in questo caso due considerazioni possono aversi, una combinando col flusso dell' acqua la forza, e resistenza esercitata dall'aria nell'una, e nell' altra apertura la seconda prescindendo da essa, e se si prescinde non potendosi supporre l'acqua nella sezione A B senza velocità alcuna; imperciocchè in quel caso dovrebbe essere infinita, *come dal scol* 3. *prop* 8. *lib*.5. *del mio trattato della misura dell' acque correnti* è manifesto; se s'intenda, che l'acqua in A B abbia qualche velocità, questa sarà uniforme alla velocità dovuta ad una certa discesa, per esempio, E F, e descritte circa l'asse prolungato del sifone dall' una, e l'altra parte le quarte di Iperbola, sarà l'area A I H B la sezione verticale dell'acqua, che cade nel sifone, e perciò non riempirà l' orifizio C D, ed il moto non si farà per tutte le parti del sifone, il che ancora accaderà, se l'aria inferiore per mezzo del maggiore diametro del sifone potrà entrare a riempire gli spazj C A I. D B H: nè però potrà comunicare coll' aria superiore in E a cagione della velocità A B, e dell'altezza dell' acqua sopra A B. Ma se, come nel primo caso, s'intenda il sifone immerso nell'aria, la quale per la strettezza dello stesso sifone non vi possa subentrare; allora la pressione di sotto, e di sopra conserverà il sifone pieno, l' acqua però escirà come sopra s' è dimostrato, con quella velocità, che può prodursi dall' altezza A C; e perchè non può essere, che l'acqua in tutta la discesa A C si muova colla velocità C prodotta solamente dalla sua gravità, abbiamo già nella lettera scritta al famoso Leibnizio dimostrato, che l' aria superiore incalza l'acqua in A B con tutta la sua forza, che equilibra l'altezza di 33. piedi d'acqua, acciocchè si faccia la velocità uniforme in tutto il sifone A D.

Mantenuto adunque pieno il sifone, si supponga unito al sifone A D un altro cannello orizzontale D F, il quale abbia lo stesso diametro, è manifesto, che essendo disuguale la pressione dell'acqua sopra D ed E, la media velocità sarà minore per la sezione D E di quello, che prima sia stata per C D, dove la mezza è eguale alla massima D; e perciò non passerà tant'acqua per D F, quanta ne passava prima per A D, e conseguentemente la velocità in A D sarà qualche poco ritardata dall'aggiunta del cannello D F Essendo adunque aperto l'orificio E D, o pure F H, l' acqua si muoverà colla velocità D H maggiore della E F, e tra E, e D saranno maggiori, o minori le

Fig. 9.

ve-

velocità secondo la maggiore, o minore pressione dell'aria in ragione suddupla dell'altezze; ed il tubo continuerà ad essere pieno per l'eguale pressione dell'aria in F H, ed A B. Ma se al cannello D F se ne aggiunga un altro perpendicolare H K, che volti all'insù, perchè l'impeto dell'acqua in F G talmente si riflette, che può alzare l'acqua sino all'orizzonte A N; ne segue, che in tutta la sezione F G vi sarà la stessa velocità, che è in L E, cioè quella, che conviene alla discesa B E, che per altro è minore della primiera velocità media nella sezione D E, o F H, come che eguale alla minima E F: e perciò ne segue ancora, che per la piegatura del tubo in F G viene ritardata la passata velocità in tutto il sifone A C M G, e che la detta velocità diviene uniforme per essere eguale alla massima della discesa B E. Molto più si ritarderà la velocità ogni qual volta si allunghi il tubo in I K, poichè per la medesima ragione la velocità in I K è quella, che nascerebbe dalla discesa B O, ovvero N K; e perciò essendo la stessa velocità in I K, ed in F G a cagione della supposta uniformità del tubo, mentre doverebbe per altro secondo le leggi della natura essere maggiore in F G, che in I K, ne viene di conseguenza, che la velocità in F G sia ritardata; e solamente eguale a quella, colla quale nella sezione O P il fluido discende naturalmente per B O; e per questo la velocità in tutto il sifone dipenderà dall'abbassamento della sezione I K sotto l'orizzontale A B N: come anche succederebbe, se sotto la sezione P O sempre si assottigliasse il sifone fino in C colla proporzione sopradetta, e fosse uniforme in D F, allargandosi sempre più colla stessa proporzione l'altro braccio rivoltato all'insu, tal che le sezioni del sifone fossero sempre reciproche alle velocità naturali accelerate, o ritardate secondo la ragione della salita, o della discesa. Per la qual cosa essendo il canale di tutto il condotto P C M K più largo, che non doverebbe; è evidente, che la velocità e da per tutto ritardata, e solamente in P O, e I K è libera, è naturale, e per conseguenza, che o si muoverà solamente una certa porzione d'acqua nel tubo P C M K, o pure che se si muove tutta, come è più probabile, si muove con moto uniforme, venendo comunicata all'acqua, che non si muove, una quantità di moto dalla velocità maggiore, che detratto da quella che si muove, fa, che l'una, e l'altra si muova di moto uniforme.

Fig. 10. Ma s'intenda di nuovo congiunto al sifone F K un altro tubo orizzontale I M dello stesso diametro; e perchè l'acqua è spinta in K dall'altezza N K, ed in D dall'altezza N D, si fa manifesto, che la velocità sarà maggiore in K, che in D. e che l'acqua escirà dall'apertura L E con queste diverse velocità, e che conseguentemente sarà maggiormente ritardata la velocità a conto dell'unione del cannello orizzontale I M, imperciocchè la velocità media in D K è minore della velocità uniforme del cannello in I K, alla quale nel cannello I M è uguale la massima velocità K L, e perciò con questo ritardamento, o inuguaglianza di moto l'acqua escirà dall'apertura L E, o pure M H. Se poi il cannello ha l'apertura L H, che guardi all'ingiù, e sia orizzontalmente posta; nel discendere, che fa l'acqua da M in H, la velocità diviene uniforme, ed eguale a quella, la quale acquisterebbe nel discendere da N in H, o pure da Q in H. Ma se a questa apertura o sezione L H vi è connesso un altro cannello perpendicolare L O, che vada all'ingiù, segue allora lo stesso, che del cannello semplice perpendicolare abbiamo detto, imperciocchè essendo la velocità L H quella stessa, che deriva dalla discesa N K, o Q H, sarà ancora la medesima, che nel cannello P H: seguirà adunque lo stesso se al sifone storto B F C M H si congiunga il cannello perpendicolare L O, sicche lo stesso L O si supponesse unito solamente al cannel-

lo

lo P H; e perciò ſiccome, ſe il cannello P H ſi allungaſſe in N O, la velocità della ſezione inferiore N O, ſi farebbe maggiore, che in L N, e corriſponderebbe alla diſceſa P N, così ſtorto il cannello K L in N, la velocità in N O ſarà maggiore che in L N ec. Laonde è manifeſto, che per l'allungamento del cannello L O la velocità in L N, e conſeguentemente in tutto il cannello in qualunque maniera ſtorto, ſi accreſcerà dalla preſſione dell'aria in A B, come ſopra ſi è detto.

Finalmente ſe al cannello L O ſi uniſce primieramente un altro cannello orizzontale O T uniforme agli altri, ed a queſto un altro perpendicolare T X, che volti all'inſu, ne ſegue dalle coſe premeſſe, che la velocità in O T, eſſendo libera l'uſcita in T Z, ſarà ineguale, e ritardata, e che dovendo eſſere rifleſſo il moto all'inſu alla parte S V, ſi ritarderà ſempre più, quanto più l'apertura, dalla quale ha da eſcire l'acqua, ſi accoſterà alla linea orizzontale P X, tal che, ſe l'apertura ſarà V X, in eſſa ne ſuccederà la quiete, e ſe ſarà C D, reſterà ivi una tale velocità, quale ſi richiederebbe nella diſceſa V C. *Fig.* 11.

Laonde acciocchè eſponghiamo con una ſola figura le coſe ſin quì dette, dico, che dalle ragioni ſinora eſpoſte ſi fa evidente, che l'acqua nel ſemplice cannello A B ſi muove colla velocità della diſceſa A B, in A B C con una velocità minore della diſceſa A B, ma proporzionale di mezzo tra A B e A I: in A B C D colla velocità della diſceſa A L, in A B C D E con una velocità media proporzionale tra M N. M D: in A B C D E F colla velocità della diſceſa O P; in A B C D E F G con una velocità media proporzionale tra O F. O P: e finalmente in A B C D E F G Q colla velocità della diſceſa H Q cioè con quanta (e queſto ſerve in tutti gli caſi predetti) eſcirebbe da un vaſo, che nel fondo aveſſe l'apertura Q, ed aveſſe tant' altezza d' acqua, quanta è H Q, ſe non che quando dee eſcire per ſifoni orizzontali, invece dell' apertura nel fondo del vaſo, ſe ne dee fare, una eguale in uno de' lati del vaſo, e toccante il fondo. *Fig.* 12.

Di quì manifeſtamente ne ſegue, che ſuppoſto il ſifone curvo C D E F, e l'apertura C immerſa in un vaſo pieno d'acqua, la di cui ſuperficie ſi conſervi ſempre alla medeſima altezza, e ſuppoſto, che cavata da queſto ſifone l'aria, l'acqua ſi muova per C D E F, l' acqua ſarà premuta in C da tutta la forza dell'aria, che equivale all'altezza di 33. piedi d' acqua; ma che nell' alzarſi fino a C D verrà appoco appoco ritardata, tal che in D, o pure in E la velocità rimaſa ſarà eguale a quella, che conviene all'altezza di 33. piedi, ſottrattane però l'altezza C D: ma nella diſceſa E F l'acqua ſi farà più veloce, tal che nella ſezione R da me concepita nell'orizzonte C R, vi ſia per eſſere di nuovo nel ſifone tanta velocità, con quanta l'acqua veniva prima ſpinta in C dalla preſſione di tutta l'aria, che non era da coſa alcuna impedita, di maniera che ſe l' aria preme egualmente in R, neceſſariamente dee ſuccedere l'equilibrio; ſe poi il ſifone ſia maggiormente allungato come in F perchè la velocità viene accreſciuta dalla maggiore lunghezza R F, la velocità ſolamente ſarà quella, che deriva da tutta la preſſione dell'aria, o dall'altezza di 33. piedi d'acqua accreſciuta dall' altezza R F; e perciò ſe in F non vi foſſe alcuna reſiſtenza, l' acqua eſcirebbe da F colla predetta velocità; ma perchè l'aria reſiſte alla parte F con tutta la ſua preſſione equivalente all'altezza di 33. piedi d' acqua, ſe della predetta altezza ſi ſottrae la reſiſtenza di 33. piedi, il reſto dell'altezza ſarà l' altezza R F, e perciò l' acqua eſcirà da F colla velocità, che acquiſta nella diſceſa R F, o pure con quella, colla quale eſcirebbe dal fondo di un vaſo, nel quale l'acqua foſſe tanto alta, quanto R F, come ancora colle ſopraddette dimoſtrazioni abbiamo provato.

Da quello, che fin ora abbiamo detto si raccoglie prima, che ne' sifoni curvi, e ne' cannelli in qualunque maniera rivoltati, purchè il fluido esca da un cannello perpendicolarmente rivolto all'insu, o all'ingiù, le velocità sono tutte uniformi, e che, se l'acqua esce da un cannello orizzontale, non si muoverà di moto uniforme in tutte le sue parti, ma di difforme: e più generalmente se ne deduce, che ogni velocità del fluido, dopo che è escito dall'apertura del cannello, se è all'ingiù, è ritardata: se all'insu, accelerata, e se nel piano orizzontale dell'apertura, rimane nel suo stato naturale.

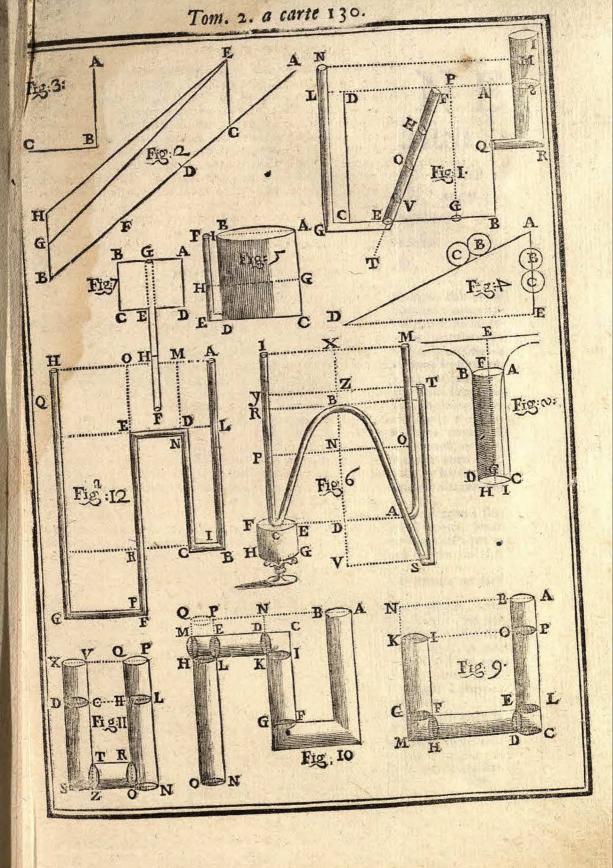
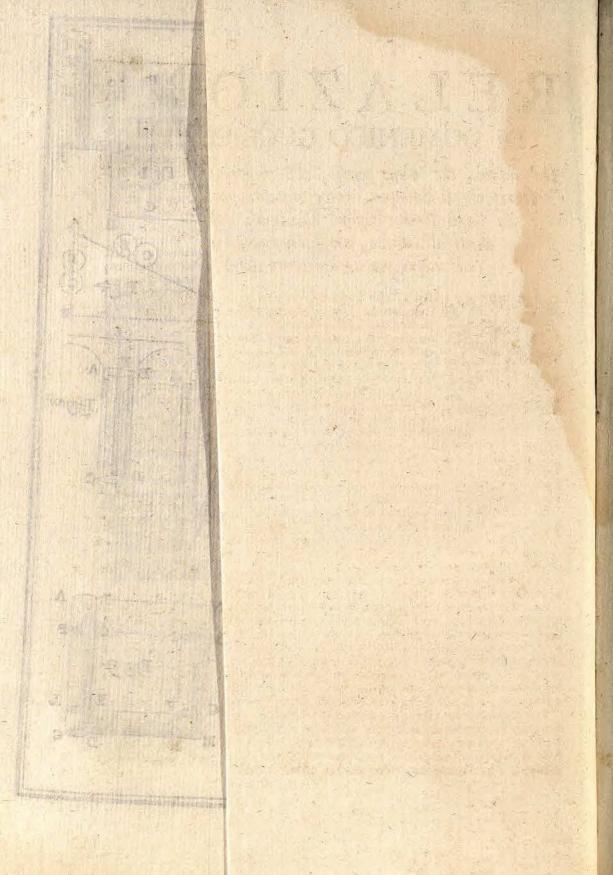
Secondariamente ne segue, che l'apertura del cannello, dalla quale esce il fluido, è quella, che regge la velocità in tutto il corso per lo stesso cannello, tal che per essere quella ora posta in un piano, ora in un altro, accade, che nel cannello ora l'acqua si muova con una velocità, ora con un' altra.

Finalmente è evidente, che allora quando l'apertura, dalla quale esce il fluido, è la stessa sezione del cannello orizzontale, la velocità nel cannello perpendicolare immediatamente unito, e per conseguenza in tutto il cannello, si potrà precisamente determinare nel dato caso, ritrovando o il centro della velocità dell'apertura, per la quale sgorga il fluido, o la velocità media, imperciocchè quella velocità, che conviene all' altezza dell' acqua sopra il centro della velocità, è la stessa, che uniforme, ed equabile si conserva in tutto il cannello, e la velocità media nel cannello orizzontale è la medesima di tutte le sezioni del cannello.

Questo è quanto, gentilissimo Signor Magliabechi, io ho pensato circa il moto dell'acqua ne' sifoni, ed ho potuto confermare con qualche esperienza, ringraziandovi tra tanto grandemente delle ragioni, colle quali mi avete persuaso ad applicare di nuovo allo studio della misura dell' acque correnti, in tempo, nel quale mi era dato alla medicina, il che ne riuscirà di non piccolo fondamento per l' una, e l' altra scienza. Ma debbo similmente ringraziare il Signore Papino mio oppositore, che colle sue osservazioni fatte intorno le mie dimostrazioni, mi ha dato motivo d'applicarmi a questa utile prima parte dell' Idrostatica, e d' acquistare queste nuove cognizioni; ricavandosi per verità dalle virtuose dispute, nate tra uomini onorati, sempre qualche utilità, imperciocchè se le obiezioni sono vere, levano lo scrittore d'errore, se sono dubbiose, o false, gli assottigliano la mente per dilucidare, e accrescere molto più quella parte della scienza, sopra la quale si era posto a scrivere; cosa che dee essere lodata, e desiderata da tutti gli uomini letterati. Se farete capitare una copia di questa mia al Signore Leibnitzio nostro comune Amico, mi farete un favore, che mi obbligherà ad essere sempre più.

Bologna 16. Febraio 1692.

Vostro Devotiss. Servo, e Amico.
Domenico Guglielmini.

Fig. 3.
Fig. 2
Fig. I.
Fig. 5
Fig. 7
Fig. 4
Fig. 8
Fig.ª 12
Fig. 6
Fig. 9.
Fig. II
Fig. 10

RELAZIONE
DI DOMENICO GUGLIELMINI

De' danni, che oltre quelli, che di presente patisce il territorio di Bologna, maggiormente patirà, quando dagli Eminentissimi Cardinali sopraintendenti all' acque, non sia trovato rimedio all' acque particolarmente del Reno.

Danni, che patisce il territorio di Bologna dal corso sregolato de' fiumi ocularmente si manifestano, come apparisce dalla visita sin ora fatta. Quelli, che o si faranno maggiori, o nuovamente emergeranno, appariscono dall' osservazione d' alcune regole, che inviolabilmente osservano tutti i fiumi nel portare che fanno le loro acque al mare, particolarmente quando son torbide.

La prima di queste regole si è di formare dal sito, dove lasciano la ghiaia, ed arena grossa, una linea retta fino al suo sbocco, la quale ne' fiumi stabili, e rassettati di corso, perfettissima si osserva nella superficie dell' acqua corrente, abbenchè qualche poco diversifichi nel fondo dell' alveo, a cagione de' gorghi, e dossi, che per cause accidentarie vi si formano, siccome anco dall' augumento di acque tributarie viene qualche poco alterata la rettitudine della linea asserita, supplendo in vece della pendenza la maggior altezza del corpo dell' acqua, che ne risulta.

La seconda è, che per portare la torbida al mare hanno di bisogno i fiumi temporanei di una certa pendenza, ed altezza di corpo d' acqua, senza l' una, e l' altra delle quali, la depongono per istrada fino a formarsi quella caduta, che hanno di bisogno per scorrere senza intoppi, e questa linea si chiama linea cadente del fiume.

La caduta necessaria a portar via le torbide, si calcola da' periti, ne' torrenti della natura de i nostri, essere once 15. per miglio.

La terza regola è, che portandosi simili torbide per valli, o lagune, vanno appoco appoco, colle deposizioni laterali formandosi le sponde, ed alzandole maggiormente quanto più durano a correre senza riparo artificiale, e nel formarsi la sponda medesima vanno prolungando la loro linea, e per conseguenza si rendono bisognosi di maggior caduta per arrivare dal suo termine, e da ciò ne nasce l' interrimento degli alvei de' torrenti, come apparisce dalle misure, ed osservazioni fatte nella visita circa li fiumi Lamone, e Santerno, e si farà costare di quelli di Reno, Savena, e Idice.

Correndo dunque il Reno dentro le valli di Marara ha di già prolungata la linea da 14. miglia in circa, che vuol dire accresciuta d' un terzo per lo meno la lunghezza della propria cadente, ed essendo prolungata nelle valli di Marara, il di cui pelo d' acqua era orizzontale, certa cosa è, che a ragione del prolungamento, viene anco ad essere accresciuta la necessaria ca-

duta, che il fiume s'è acquistata da se colle deposizioni, ed alzamento del proprio letto, conseguentemente è stato necessario alzar gli argini molti piedi, ed a soggettarsi con ciò a maggiori pericoli di rotte, non solo per l'elevazione degli argini, ma anco per l'alzamento del fondo; Dal che anche ne derivano le sorgive copiose, che patiscono li terreni laterali.

La caduta delle valli di Marara al mare è stata calcolata dall'Aleotti piedi 15. once 7. m. 7. alle quali aggiungendo piedi 2. per l' alzamento dell' acqua delle valli di Marara seguito dall'ora in quà, somma piedi 17. 7. 7. Diciamo per abbondare piedi 25., e consideriamo se questa caduta corrisponde alla distanza che v'è dallo sbocco presente di Reno alla Lama delle Bilacque fino al mare. Questa non è per certo minore di miglia 40. alle quali volendo attribuire le once 15. di pendenza per miglio, per fare, che possano correre le torbide al mare senza deposizione, sarebbe la caduta necessaria piedi 50., adunque sarebbe difettosa la caduta presente di piedi 25. la quale dovrebbe ripararsi con altrettanto rialzamento di fondo nel Reno medesimo in detto sito.

Non molto minore dovrebbe essere l' alzamento incontro a Ferrara, e proporzionalmente si estenderebbe all'insù fino ad acquistare le once 15. di pendenza per miglio.

Se le dette once 15. paressero superiori al bisogno, abbenchè ciò sia contro il sentimento de' migliori periti dell'acque, supponiamo anche per abbondare, che siano necessarie solo once 10. troveremo necessaria la caduta pel Reno dalle Bilacque al mare piedi 33. once 4. maggiore di quella, che vi si suppone di piedi 8. once 5.

Dal che apparisce quanto dovrebbe alzarsi il fondo di Reno dovendo andare al mare senza obbedire alla cadente d'un'altro fiume maggiore di se, che li servisse di veicolo per portare le sue torbide ad un termine conveniente.

E dato anche, che la poca caduta delle valli al mare fosse tale, che bastasse al bisogno predetto, il che è manifestamente contro la verità, esperienza, e sentimento de' medesimi Signori Ferraresi, certa cosa è, che il Reno, o da se si farà le sponde, o li saranno formati gli argini dall' industria degli uomini, il che essendo non potranno mai gli scoli del Bolognese avervi esito dentro, per essere il di lui fondo presente superiore al piano della campagna, ed unendosi insieme il Reno con Savena almeno alle Cacuppate, e con maggior certezza più in su resteranno rinchiuse l' acque tutte, che scorrono per le campagne situate fra detti due fiumi, che perciò doveranno, o restare stagnanti fino che il sole l'estate le beva, o pure alzarsi tanto di corpo, che superino gli argini, o sponde, o dell'uno, o dell' altro fiume per entrarvi dentro, se non in tutto almeno in parte.

Da questo stato di cose che necessariamente dovrà succedere, può ognuno immaginarsi le desolazioni, che accaderanno alle tre Provincie, cioè rispetto a quella di Bologna di spaventosissime inondazioni, che assorbiranno, la maggior, e miglior parte del suo territorio, l'infettazione dell'aria, che si renderà pestifera agli abitanti, la perdita della navigazione, che porterà seco la desolazione della Città medesima per la perdita del negozio, per la carestia de' grani, ed altri frutti della terra necessari pel mantenimento degli abitatori, come anche delle sete, e canape, sul lavoro delle quali si sostenta la maggior parte del Popolo, e per la mancanza degli abitatori, che anderanno a cercare paesi più salubri, e più fertili.

Rispetto a Ferrara, quali danni non può ella aspettare dall'avere in faccia a se medesima un torrente furibondo, e vederlo camminare sollevato dal pia-

pianodi terra 20., o 25. piedi quando di presente paventa cotanto, avendolo nella bassezza, nella quale di presente si trova? Certamente succedendo rotte, che saranno irreparabili tanto dall'una, che dall' altra parte, come vorrà ella resistere all'impeto d'un fiume, che scorrerà verso di essa da tanta altezza? La perdita della navigazione, e commercio con Bologna, che vale a dire con tutta la Toscana, e porto di Livorno, la renderà esausta di denaro, e la Camera Apostolica resterà priva dell' entrata delle Gabelle, che copiosa ne ritrae. S'aggiunge la difficoltà, per dir meglio, impossibilità di chiudere una rotta, che seguisse, non potendosi fare con terra sola, che non resiste, nè con legnami, che non potranno mai trovarsi di lunghezza sufficiente al bisogno, e quando una di queste succedesse, specialmente dalla parte di Ferrara, non sarebbe altro, che una mutazione d' alveo, e una desolazione intera d'una campagna, che sta tutta orizontale.

Rispetto poi alla Romagna, dovendosi necessariamente alzare per la suddetta ragione il fondo presente del Po di Primaro, si renderebbe questi incapace di ricevere per la sua altezza tutti gli altri fiumi, che di presente vi sgorgano, come anco di tutti gli scoli delle campagne adiacenti, ed abbenchè non tanto grandi quanto quelle de' Bolognesi, nondimeno anche in questa parte considerabilissime sarebbero le inondazioni, e dalla parte opposta del Polesine di S. Giorgio, e valli di Comacchio non sarebbero minori li pericoli delle rotture degli argini, e li danni delle sorgive, che per la maggiore elevazione del fondo del Po succederebbero, col totale esterminio della terra d'Argenta, e delle valli di Comacchio.

Molte altre ragioni potrebbero addursi in prova di questi, ed altri danni, che pur troppo si aspettano dal trattenersi il Reno imprigionato nelle valli, e senza quella direzione, che gli è stata destinata dalla natura; ma dipendendo questi dall'accennate fondamentali premesse, sarà facile a chi si sia di arguirle da se medesimo.

SCRITTURA

DI DOMENICO GUGLIELMINI

Mandata alli Signori Assunti d' acque di Bologna, l' anno 1692. che contiene le quattro linee da loro proposte per divertire il Reno nel Po grande.

Essendo, che tutti li danni a destra del Po di Primaro dipendono dallo sregolato corso de' fiumi delle Provincie di Bologna, e Romagna, da Reno fino al Lamone inclusivamente, e sul medesimo anche ha fondamento il timore de' Signori Ferraresi per la Città, e Fortezza di Ferrara, Polesine di S Giorgio, e valle di Comacchio, ne viene in conseguenza, che tutto il rimedio dee consistere in dar regola, buona direzione, ed esito a' fiumi predetti, col dovuto riguardo a' mezzi, per li quali si dee fare tal regolamento, ed alla felicità, e sussistenza degl' istessi.

Ma perchè la maggior parte de' danni dipende dal solo Reno, essendo questo maggiore di corpo d'acqua, e superiore di sito agli altri, ed in maggiore distanza dal mare, essendo perciò necessario, che i di lui pessimi effetti si manifestino per tutto il tratto del suo corso fino allo sbocco, come resta liquidato nella visita, per ciò Gran

Gran parte del rimedio dipende dal dare esito felice al Reno, e questo non si può avere in altra maniera, che coll'unire le di lui acque col Po di Lombardia per li seguenti motivi.

Primo perchè ciò seguendo se gli darà un fine stabile, e per conseguenza non alzerà il proprio fondo, come fa di presente, e come generalmente fanno tutti gli altri fiumi, che non avendo esito reale prolungano di tempo in tempo la sua linea.

Secondo perchè ha maggiore la caduta in questa parte, che in verun'altra, atteso che avendo il pelo del Po basso, poca, e quasi nessuna pendenza per portarsi al mare, viene ad avere il Reno in una breve linea, poco meno, che tutta quella caduta, che per una lunghissima ha di presente, e può avere incaminandolo per qualsisia altra a dirittura al mare, che però introdotto, che fosse il Reno nel Po, non solo non alzerà di più il proprio fondo, ma in oltre si profonderà considerabilmente, fino ad inalvearsi, almeno in parte, sotto il piano delle campagne, e renderà minore il pericolo delle rotte, e più tollerabile la spesa in mantenere gli argini, levando intieramente la necessità di doverli mai più rialzare.

Terzo divertito il Reno dalle valli nel Po, si lasceranno in libertà tutti gli scoli, e non s'averanno più l'inondazioni sopra i terreni buoni, che formano il circondario della valle di Marara.

Quarto resterebbe sollevata la valle di Marmorta, e l'altre inferiori dal danno, che loro cagionano le Pavesane, e per conseguenza il resto de' scoli del Bolognese, Romagnola, e Romagna acquisterebbero più felice lo sfogo in esse valli, gran parte delle quali facendo le escavazioni opportune per condurre le acque regolate nel Po di Primaro, resterebbero bonificate, e capaci d'ogni migliore cultura.

Quinto la navigazione da Bologna a Ferrara si rimetterebbe in stato migliore, che sia mai stata, potendosi essa continuare a dirittura senza l'incomodo de' traghetti fino a Ferrara, anzi fino a Po Grande, ed al mare, come più a basso si dirà.

Sesto la spesa per fare l'inalveazione del Reno nel Po è di gran lunga minore dell'utile, che ne risulterà alle tre Provincie, e facile da esigersi da i Popoli senza doglianze.

Settimo finalmente s'invita la natura, che ha per regola di unire li fiumi minori, e temporanei, particolarmente se sono lontani dal mare, con li più grandi, reali, e perenni, guadagnando così quella felicità di corso, che non potrebbono avere, andando ognuno di essi a sboccare da se solo nel mare.

L'inalveazione del Reno nel Po di Lombardia si può fare per diverse linee considerate ed esaminate ne' tempi addietro.

Quattro delle quali però paiono le più perfette per diversi capi, che si diranno.

A La prima è quella di Monsignor Corsini, che va da Vigarano per l'alveo vecchio di Reno a Po rotto, e quindi, o per una sola linea retta, o per due, secondo, che paresse più a proposito, va a terminare a Lago scuro.

Questa in tutta la sua lunghezza non è più, che 8. miglia, poco più di 5. da Po rotto a Lago scuro, ed ha di caduta dal fondo di Reno corrente al pelo basso del Po piedi 22. 4. 4, come costa dalle livellazioni ultime. Passa per terreni in gran parte di poca buona qualità, piglia l'acque del Reno perfettissimamente, e le porta a sboccare nel Po a seconda del corso. Traversa però li condotti Brunello, e Cittadino, Canal Bianco, e fossa Lavezuola, i quali potrebbero recapitarsi mediante una Chiavica nel Po al Lago scuro, dove hanno sufficiente caduta, o pure farli passare con botte sotter-

ra-

ranee al Reno, e lasciarli correre come adesso per il Polesine di Ferrara, e l'istesso si dovrà dire del Canalino di Cento. S'accosta ancora alla Città di Ferrara, ma non tanto da metterla in pericolo per la rettitudine della linea, al quale però, quando vi fusse, si contrapporrebbe il vantaggio, che gli argini di Reno formerebbero una difesa insuperabile contro le rotte di Panaro, e del Po Grande, dalla Stellata fino a Lago scuro, ed in oltre potrebbero le Barche grosse di Po grande avvicinarsi molto più alla Città di Ferrara, e così restituire a questa la tanto sospirata navigazione. B

La seconda linea è quella altre volte risoluta nelli Brevi de' Sommi Pontefici Gregorio XV., ed Urbano VIII., detta del Signor Cardinale Capponi, e detta di Monsignor Corsini. C

Parte questa dalla Botta de' Signori Ghislieri a Mirabello, portandosi per linea retta al Bondeno, e di quì a Gambarone, levando con nuovo taglio alcune rivolte di Panaro, in maniera, che dal Bondeno fino alla Stellata camminassero questi due fiumi uniti al Po Grande. La sua lunghezza dalla Botta predetta alla Stellata è di miglia 10. ma quella del taglio, che si dovrebbe fare solo di miglia sette, e la di cui caduta dal fondo di Reno alla soglia della Chiavica Pilastrese, altre volte nella visita di Monsignor Corsini fu trovata di piedi 16. 8. 6. Li vantaggi sono allontanare dalla Città di Ferrara il Reno in maniera, da levarli ogni piccolo sospetto; Condurre il Reno a quel termine, che da se medesimo avrebbe trovato se non fosse stato divertito nella S. Martina; essendo notorio, che prima di detta diversione, il Reno correva all'insù ad unirsi con Panaro. Si escaverebbe maggiormente il suo fondo, sì per la maggiore caduta, sì per l'unione assieme dell'acque de' due fiumi, che s'aprirebbero maggiore, e più profondo il suo sbocco nel Po.

Lascia in tutti gli scoli del Polesine di Ferrara, e abbenchè traversi quelli della Schiavona di S. Bianca, di Burana, ed il Canalino di Cento, quelli nulladimeno potrebbero voltarsi a Panaro in altro luogo, e questo ricevere in Reno, o in Panaro, o farlo passare per botte sotterranea il Reno.

La terza linea, che fu considerata al tempo della visita Borromea, comincia dalla detta Botta di Mirabello, e voltando precisamente a settentrione, seguita per linea retta fino alla Chiesa di Salvatonica, nel qual luogo pigliando a destra, va a terminare mezzo miglio in circa sopra l'Osteria di Palantone. D

La lunghezza di questa linea è di miglia 9. e secondo le misure, che stanno registrate in detta visita Borromea, ha di caduta sul pelo basso del Po piedi 23. passa per terreni in gran parte incolti, e privi di scolo. Non interseca condotto alcuno considerabile, ma il solo Canalino di Cento, e qualche poco nelle parti superiori il condotto Cittadino. Questo però si potrebbe voltare in Po sopra il pelo basso, del quale ha piedi 4. di caduta, ed a quello si provvederebbe come s'è detto di sopra. E

La quarta linea, che si crede forse soggetta a minori opposizioni, parte dalla predetta Botta de' Signori Ghislieri a Mirabello, e come l'antecedente camminando a settentrione fino al Po di Ferrara, piega per l' alveo di questo, fino poco sotto il Bondeno; dove entra in Panaro all' intestatura, e quindi per un taglio dritto da farsi al lungo dell' alveo corrente di Panaro, proseguisce fino di sotto all' ultime rivolte dello stesso, raddrizzando il corso dell'uno, e l'altro, de' fiumi predetti fino alla Stellata, dove si potrebbe accomodare loro lo sbocco. F

La lunghezza di questa linea dalla Botta de' Ghislieri fino al Po di Ferrara è di 4. miglia in circa, e meno di due sarebbe il taglio da farsi per leva-

re le rivolte di Panaro, non occorrendo altro a perfezionarle, che fare qualche piccola escavazione al Po di Ferrara, rassettare gli argini del medesimo, ed allargare il Panaro ne' siti, dove fosse giudicato necessario, e tutta la lunghezza da punto a punto è l'istessa di quella del Signor Cardinale Capponi, ma minore nell'andamento per causa de' tagli, che si propongono da Bondeno in giù; e la caduta è maggiore molto de' piedi 16. 8. 6. per l' alzamento fatto maggiore del fondo di Reno, e per la maggiore brevità della linea.

Li vantaggi di questa linea sono, che dalla Botta Ghislieri fino al Po di Ferrara, cammina per terreni di poca buona qualità, non attraversa alcun condotto di momento, e le campagne tutte a sinistra della medesima, possono comodamente tramandare le sue acque alla Chiavica di S. Bianca, restando il solo canalino di Cento intersecato, al quale si potrebbe provvedere come sopra. Cammina per qualche tratto nell'alveo antico del Po, dove l' escavazione, e gli argini sono quasi interamente fatti; Non tocca gli scoli pel Polesine di Ferrara, leva le tortuosità a Panaro, tenendosi nel sito intermedio degli argini, che però viene a levare alla Città di Ferrara li pericoli delle rotte di Panaro, e verrebbe anche ad esser sollevata in gran parte da quelle del Reno, posciache di quelle, che succedessero alla parte sinistra non avrebbe di che temere, e quelle a destra non manderebbero acqua verso la Città, se non succedendo dalla Botta de' Ghislieri fino al Po di Ferrara, breve tratto, e minore di 4. miglia, e quelle, che succedessero nella parte superiore di essa Botta, sfogherebbero tutte dalla parte del Bolognese. E finalmente si lascia il comodo di fare dalle Dozze a Gambarone il taglio divisato dal Signor Cardinale Capponi.

Questa linea: come anco l' antecedente non piglia il filo dell' acqua perfettissimamente, ma non però è tanto male da poterne temere danno veruno. Si potrebbe nulladimeno perfezionare pigliando l'acqua alla Botta di S. Carlo, detta di Lucagna, a dirittura del filone dell'acqua, e portarla sul fine ad unirsi dolcemente alla linea predetta, poco di sotto dal suo principio, nel qual caso basterebbe far l'argine a ponente, potendo servire per l' altro a destra, quello, che ora serve alla sponda sinistra di Reno.

Quanto alla navigazione, divertito, che fusse il Reno nel Po, potrebbe questa aggiustarsi in perpetuo, e con poca spesa, escavando il canal vecchio delle Paradore, che va da Malalbergo al ponte della Braglia, ed introducendovi dentro il Canale Naviglio di Bologna, che da detto sito correrebbe per l'odierna navigazione fino alla volta de' dossi; e di quì si potrebbe per cavo manufatto condurre fino all' alveo di Reno nell'angolo del confine, e per questo intestato nella parte inferiore fino a S. Martino, da dove con nuovo cavo fino alla Torre della fossa s'introdurrebbe nel Po di Primaro, pel quale s' arriverebbe alla punta di S. Giorgio, sfogando l'acqua, o per il Po di Volano a beneficio della navigazione di esso, o pure pel cavo del Barco nel Po Grande, dove con un sostegno si potrebbe fare entrare questa navigazione nel Po medesimo, e con ciò verrebbesi ad avere una navigazione libera, e sicura da Bologna fino al mare, la quale si potrebbe accrescere d'acqua col condurvi a sboccar dentro in diversi siti tutti gli scoli, ed acque vive, che ora appartengono alla valle del Poggio, e forse anche la Lorgana. Tuttociò, che sta anche espresso negli annessi disegni suggerisce la Città di Bologna in venerazione de i reveriti comandi dell' EE. VV. pronta però sempre ad aderire a quanto siano per risolvere, con sicurezza, che elleno non sapranno, che appigliarsi a quei partiti, che porteranno seco il maggior vantaggio di tutti questi Popoli, che oppressi da

tan-

tante miserie, per cagione dell'acque, stanno pregando il Cielo, che dal purgatissimo giudizio, ed autorità dell'EE. VV. venga loro apportato il tanto sospirato sollievo.

SCRITTURA

De' Signori Bolognesi in risposta alla proposizione de' Signori Ferraresi di condurre Reno, e gli altri fiumi al mare al Savio, per alveo nuovo, parallelo alla via Emilia.

EMINENTIS.[MI] E REVERENDIS.[MI] SIG.[RI]

SI è veduta, e considerata la pianta ultimamenre communicataci, nella quale sta delineata la linea altre volte meditata sotto nome di diversione a colle, e monte, ed ora abbracciata, e proposta da esaminarsi per l' inalveazione de' fiumi del Bolognese, e Romagna fino al Savio; e s' è riconosciuto, che questa comincia due miglia sotto a Bologna, incamminandosi verso sirocco parallela alla via Flaminia fino allo sbocco della Salustra nel Sillaro, dove piegando insensibilmente verso Levante arriva alla strada, che va da Faenza a Bagnacavallo, e quindi con nuovo angolo pure a levante, proseguisce fino quasi in dirittura di Forlì, e poi replicatamente inclinando sempre più verso levante, e greco, si introduce nel fiume Savio, non molto sopra il passo della marina per l'alveo, del quale seguitando in qualche lunghezza, si piega a sboccare nel mare precisamente a Levante.

Commendabile al certo è l'animo grande de' proponenti non capaci d' atterrirsi da operazione sì vasta, che pure potrebbe spaventare i Principi di Stato più che mediocri; ma forse si figurano così grande l' utile e il benefizio, che stimano bene impiegata ogni spesa per ottenerlo, e così certa la riuscita, che non abbia da dubitarsi di gettare inutilmente il denaro.

Se l'Eminenze Vostre non avessero assolutamenre comandato alli Bolognesi d'esporre sopra detta linea le loro riflessioni, ne avrebbero per ogni dovuto rispetto lasciato il giudizio interamente all' EE VV. con certezza, che la loro impareggiabile perspicacità non avrebbe permesso, che s'ingannassero in crederla operazione non fattibile, e non riuscibile, con la felicità, che si presume; ma comecchè essi al pari d' ogni altro sono, e deono esser sempre rassegnatissimi nella volontà dell' EE. VV. medesime, espongono a titolo di semplice, e cieca obbedienza le seguenti reflessioni, che paion loro necessarie da farsi in tal congiuntura.

§. 1. Quando si tratta di fare una di quelle operazioni, che per altro sogliono essere effetti della natura, il migliore fra tutti li consigli si è il procurar d' imi-

d' imitarla, osservando le di lei inclinazioni, e le regole, che essa medesima si prefigge nell'operare. Nel nostro caso, se si riflette alle direzioni, che hanno li fiumi della Lombardia, e Romagna dentro le valli; che formano fra le cortine de' monti, e parimente alle strade, che i fiumi da se medesimi si sono elette scorrendo per la pianura, si vedrà, che queste tutte vanno da mezzo dì a settentrione, segno manifesto, che l' inclinazione, e sentimento della natura è di mandarli a sboccare ad un termine, che loro sta a settentrione, non a levante, cioè al Po Grande, non al mare, e realmente l' acque dalla creazione del mondo fino al principio del secolo presente, si son sempre scaricate nell' Adriatico, unite a quelle del Po, e seguiterebbero anche adesso a far lo stesso, se l' abbandono del Ramo di Primaro non avesse loro preclusa la strada; anzi l' operazioni fatte dagli uomini; essendo certissimo, che il Santerno, quando sboccava alla Rosetta, trovando nelle sue piene il Po basso, scorreva con tutti gli altri fiumi del Bolognese alla Stellata pel Po di Ferrara. Dal che apparisce, che il dire di voltare i fiumi predetti a levante, è un'aperto ripugnare al consiglio della natura, che ha per regola di mandare i torrenti, particolarmente lontani dal mare, ne' fiumi reali, e perenni, e dentro de' quali trovano esito più felice, e caduta maggiore, ed il tentare d' eseguirlo per conseguenza sarebbe niente altro, che una violenza non manutenibile, con continuo dispendio, e pericolo. Se i nostri fiumi potessero scorrere più felicemente a levante, che a settentrione, bisognerebbe dire, o che il Sommo Creatore non fece l' ottimo quando segnò le strade a' fiumi della Romagna, e del Bolognese, o pure, che fra le cause seconde, più valevoli siano state le meno efficaci, l' una, e l' altra delle quali proposizioni è ugualmente erronea, e piena di contradizioni.

In prova di ciò riflettasi, che il Lamone s' introdusse da se medesimo nel Po di Primaro a S. Alberto, abbenchè per più breve linea avesse potuto andare senza mistura d' altre acque da se solo al mare. I periti nel principio di questo secolo stimarono tal successo essere un' errore di natura, e pretesero di correggerlo col divertirlo dal Po, ed incaminarlo al mare, per l' alveo, che ha di presente, e ne seguì, che quasi subito divertito, per salvare la Città di Ravenna bisognò tagliarlo due volte addosso alla Romagnola, e perchè ostinatamente si volle mantenere in tale stato, n' è seguito, che in vece di correre tutto fra terra, come prima faceva, ora ha bisogno d' argini altissimi, ed il suo fondo resta sollevato sopra il piano delle campagne di molti piedi, oltre l' avere intersecato, ed impedito gran parte degli scoli del Ravegnano, e Faentino. Se questo solo esempio non bastasse, si rivolti il pensiero a Panaro, ed osservisi, che adesso, che corre nel Po alla Stellata, mantiene escavato il suo fondo, atto a ricevere gli scoli delle campagne adiacenti. Quando si tentò di voltarlo al mare pel Po di Ferrara, e Volano, ne' pochi mesi, che v' ebbe il corso, alzò il proprio fondo 5. piedi, interrì il condotto di S. Bianca, e fu necessitata la Città di Ferrara, per esimersi dal pericolo di restare sommersa, a spingere le di lui acque nelle valli di Marara, e S. Martina, fatte allora miserabile ricettacolo di tutte l' acque sregolate.

Visita Corsini a dì 20. Marzo 1623.

§. 2. In seguito di questa massima sarà bene considerare la situazione del paese, per lo quale si pensa fare tal diversione. Egli è certissimo, che siccome tutte le pianure di questi contorni sono state fatte dalle alluvioni de' fiumi, così hanno avuto esito le acque, e perciò maggiormente pende la campagna a Settentrione, che a Levante, ed è più alta vicino alle sponde de' fiumi, che nelle parti intermedie, destinate perciò a ricevere condotti

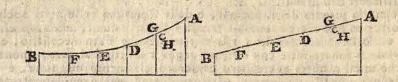
ma-

manufatti per iscolo de' terreni. Pende bensì la campagna da Bologna a dirittura verso il mare, perchè l'acque de' fiumi più a Levante, come più vicine al suo termine, e con sfogo più facile non potevano tanto elevarsi, quanto quelle a Ponente, ma però non degrada regolatamente, e senza ondeggiamenti ben grandi.

Quindi la pianura del Bolognese, e della Romagna nelle parti anche superiori, non può essere adattata a tenere incassati li fiumi, indrizzati che fossero verso Levante, perchè a tale effetto sarebbe stato necessario, che le alluvioni si fossero fatte con esitare l'acque a dirittura al mare, e non al Po, perchè in tal maniera averebbero cagionato alzamento maggiore, e in se medesimo, e negl' interrimenti, e fatto un degradamento regolato al mare, le quali cose mancando, bisognerà per lo meno servirsi d' argini più alti, e più bassi secondo la diversa costituzione della campagna, il che è contro la massima fondamentale di questa proposizione. Si prevede benissimo la risposta, che questo punto dipenda da un' esatta livellazione de' mezzi, ma egli è altrettanto vero, che il nostro discorso non può essere alterato, che dalle rotte seguite ne' fiumi, le quali abbiano elevata la campagna più in un luogo, che in un altro, e in qualche sito obliterate le inegualità della medesima, ma queste nelle parti superiori poi anche non succedono che di rado, e non possono portare mutazione considerabile; oltre che ne abbiamo esperienze, e prove sufficienti.

§. 3. Più strettamente però si può calcolare, almeno in corpo, la caduta, che ha Reno dal punto della sua diversione, che dal disegno si congettura poco sotto il passo di S. Vitale fino al mare. La caduta del ciglio superiore della Chiesa di Casalecchio, fino al pelo basso del mare misurata, calcolata, e considerata in questa visita, è di piedi 158. once 2. e minuti 6. Quello del predetto ciglio fino al pelo inferiore del sostegno del Grassi, poco sotto del quale passa la linea, è di piedi 88. 1. 7. onde detratta questa da quello, resta di caduta dal pelo inferiore di detto sostegno al mare piedi 70. once 0. minuti 11. e supponendosi detto pelo orizzontale al fondo di Reno verso il passo di S Vitale (che certo non vi può correre gran divario, ed in ogni caso è facile di farne la misura) altrettanta sarà la caduta del Reno dal punto della sua diversione al mare, che divisa in miglia 55., lunghezza per lo meno della linea proposta, dà di caduta alla nuova inalveazione piedi 1. once 2. minuti 3. $\frac{25}{55}$ per miglio. Considerisi ora, se questa caduta è sufficiente a spingere la ghiaia, e il sasso, che si troverà in quasi tutti li fiumi intersecati dalla nuova linea, ciò rispetto a Reno, Idice, Quaderna, Silaro è certo dalla visita; degli altri l'esperienza lo liquiderà. Li fiumi, che corrono in ghiaia hanno bisogno di dieci, o dodici piedi di caduta per miglio regolate nel più, e nel meno, dal corpo dell'acqua propria, e dal peso, e condizione della materia, che portano. Si prenda vicino l' esempio da Reno, il quale dalla chiusa fino al passo di S. Vitale, ha piedi 62. 10. 10. di caduta nel fondo in lunghezza di sole sei, in sette miglia, che è circa sopra nove piedi di caduta per ciascun miglio. Si tralasci anche questo rigore, ed a riguardo della mutazione delle cadenti supponiamo, che bastino cinque piedi, ed essendo, che tra Reno, ed il Silaro v' è distanza di miglia 17. la caduta necessaria sarebbe di piedi 85., e noi non potiamo far capitale di più, che di piedi 70. once 0. minuti 11. tralasciando di considerare quel di più, che è necessario di caduta dal Silaro fino allo sbocco del Savio. Potrà dunque credersi, che la caduta di poche once detta di sopra, sia per aver forza di spignere le acque al mare senza per-

a dì 11. e 13. Aprile e 4. Maggio 1693.

mettere, che si facciano nel fondo dell' inalveazione deposizioni enormissime?

§. 4. Fingasi fatto tutto il cavo dell' inalveazione proposta da Bologna in A, allo sbocco del Savio in B, e sia la linea A B la cadente del fondo disposta in una linea retta, ovvero in più, che formino una specie di curvità come A. C. D. E. F. B secondo la natura de' fiumi, che camminano uniti, e suppongasi, che in C entri Savena, in D l'Idice, in E la Quaderna, in F il Silaro, e dicasi se egli è mai credibile, che Savena v. gr. porti giusto nel punto C il termine della sua cadente intersecata, e non più alto nè più basso, come in G, o H? E supposto, che sì, consideriamone tutti tre li casi, e prima poniamo, che si trovi più alta in G, dovrà dunque scavarsi fino in C, per uguagliare il suo fondo, con quello dell' alveo nuovo, e così acquisterà maggiore la caduta nelle parti superiori, la quale se al presente è tale, che può spingere all' insu la ghiaia, molto più lo farà resa che sia maggiore, e detta ghiaia introdotta nell' alveo nuovo, non potrà smaltirsi in alcuna maniera, per difetto di caduta, adunque vi si formerà, ed alzerà il fondo fino a perderla interamente, e non portarne più, e tale alzamento influirà elevazione nel fondo del cavo tra C, ed A; se quando anche per altro fusse per farsi in secondo luogo la cadente di Savena più bassa dell' alveo nuovo come in H, certa cosa è, che il letto di essa dovrà riempirsi almeno fino ad inalvearsi in C, ed essendo le sponde della medesima in oggi appena sufficienti a contenere le proprie piene, ne verrà la necessità di averle ad arginare, ed ecco cresciuta una nuova spesa, una soggezione, ed un pericolo, ed anche un danno a' terreni superiori con infelicitar loro gli scoli. Ma supponiamo, che la cadente intersecata cada precisamente nel punto C, e non più alta, nè più bassa, nulladimeno potendo il fiume spingere la ghiaia anche più inferiormente, egli è chiaro, che egli la spingerà anco nel cavo nuovo, e non potendola mandare più avanti, sempre per difetto di caduta, dovrà elevarsi tanto da perderla, e da non portar più materia grossa, ed allora solamente averà stabilito il proprio fondo, nè v'è altro modo, che simile inalveazione potesse sussistere, se non in caso, che tutti li fiumi si ricevessero dentro di essa nel sito, che di già avesse lasciata la ghiaia, e che le cadenti de' medesimi non si avessero sensibilmente ad alterare per unirsi alla cadente del fiume maggiore.

Il discorso fatto di Savena s'applichi a tutti gli altri fiumi, che si traversano in ghiaia, e si vedrà, quanto si moltiplicano gli sconcerti, atteso, che l' escavazione cagionata dalli fiumi inferiori, influisce sempre nell' alzamento del fondo de' superiori, e poi manifestamente si deduca, che il piano di Bologna, anche sotto la medesima Città, sebbene è tanto alto, che può contenere li fiumi, che scolano verso Settentrione, non è però di gran lunga suf-

fufficiente a fare fpalla naturale alli medefimi per obbligarli a correre a Levante verfo il mare.

§. 5. Nè fi dica di provvedere con argini, perchè prima quefti non potrebbero farfi di tanta altezza, che baftaffe; fecondo già, è noto, che li fiumi, che corrono in ghiaia, non obbedifcono a fimili ripari; e terzo, li fcoli de' terreni fuperiori non potrebbero aver ricetto nel fiume, il fondo del quale per neceffità fi eleverebbe di molto fopra il piano della campagna.

§. 6. Benchè il detto fin quì bafti per moftrare l'impoffibilità della pretefa inalveazione, più, che l'incertezza dell'efito della medefima, nondimeno quand'anche la campagna tutta foffe tant'alta, che baftaffe a tenere incaffata per tutto, e perpetuamente l'acqua, l'efequirla farebbe un' operare alla cieca per più capi.

Primo perchè tale intraprefa non ha efempio, che poffa dar norma. Secondo, non è ftata trovata fin ora l'arte di proporzionare l'alveo in profondità, e la larghezza di più fiumi uniti infieme in fito, che portino il faffo, fe non con andare allargando l'alveo, in modo, che nel fine fia la di lui larghezza uguale a quelle di tutti gli altri infieme unite; il che farebbe un confumo di denaro, e di tempo incredibile. Terzo, non bafterebbe forfe nè anche, perchè li torrenti vicino alli monti, non vogliono limiti alle loro larghezze, fcorrendo ora da una parte, ora da un' altra, e benchè molte volte abbiano ampiezza d'alveo fovrabbondante al bifogno, nulladimeno corrodono le ripe de' campi, e dentro quelli fi trovano nuovo letto, incapace perciò d'alcuna rettitudine di linea, e fono obbedienti a quella direzione, che è loro data dal cafo, e però fi vede Reno, per efempio, al ponte della via Emilia avere fopra 80. pertiche di larghezza, laddove nelle parti inferiori, dove cammina raffettato di corfo, 18. in 20. pertiche d'alveo gli baftano per fcaricare le fue acque. Quarto finalmente quanti accidenti impenfati atti a difficultarne, difturbarne, ed impoffibilitarne l'efecuzione poffono fuccedere in una propofizione non mai più difcuffa, ma folo femplicemente indicata, e quafi fubito rigettata, e che per alcuni delli predetti, e per altri meno efficaci motivi, fu canonizzata per moralmente impoffibile dal medefimo Padre Spernazzati, che pure tanto pensò fenza alcun riguardo agl'intereffi, e foddisfazioni de' Bolognefi, per ben regolare l'acque a deftra del Po di Primaro?

§. 7. Rifpetto al punto della qualità della fpefa, benchè quefta non fi poffa accertare, che dopo fatta un' efattiffima livellazione; nondimeno fi può congetturarne la grandezza, difcorrendo fopra li quattro correnti capi, e fono: primo, l'efcavazione a detto: fecondo la compra de i terreni, e fabbriche, che refterebbero dentro l'alveo: terzo gli edificj vecchi, che refterebbero inutili: e quarto quelli, che dovrebbero farfi di nuovo.

Quanto all'efcavazione fi lafcia effa confiderare di qual prezzo fia in lunghezza di miglia 55., ed in larghezza non fi fa quanta. Supponendo, che il cavo da farfi doveffe effere di larghezza di pertiche 20. e profondo piedi 10., che di tal fezione ha di bifogno il folo Reno, la fpefa afcenderebbe ad un milione, e 760. mila fcudi, computando il conto dell'efcavazione a giuli 4 il paffetto, e non effendo affolutamente fufficienti le fole dette pertiche 20. di larghezza, per ogni pertica, che in quefta s'accrefca, s'aggiungono alla fuddetta fpefa 18. mila fcudi, fenza ftar quì a confiderare, che la larghezza maggiore del cavo aggiunge proporzionalmente fpefa maggiore nell'efcavazione.

Li terreni, che fi occuperebbero in larghezza di pertiche trenta fono tornature 5729., che valutate ragguagliatamente a fcudi 80. l'una, cofterebb-

rebbero 458. mila, e 320. scudi per ogni pertica; che se occupasse di più in larghezza, bisognerebbe accrescere la spesa per questo capo scudi 15. mila, e 277., e un terzo.

Questi due capi scorsi almeno per la metà, secondo le predette considerazioni sommano due milioni, 218. mila, e 320. scudi.

La compra delle fabbriche, che resterebbero in tale alveo, non si computa, perchè non se ne sa per adesso nè il numero, nè la qualità. Si sa bene, che tutti li mulini del contado di Bologna, e Romagna, almeno quelli, che in buon numero sono di sotto, resterebbero inutili, e bisognerebbe reintegrarne o con l'entrata, o con il prezzo li possessori. Ma non potrebbe già supplirsi al danno de' popoli, che resterebbero privi del comodo tanto necessario di macinare li loro grani in vicinanza delle case loro, e quando si dicesse di derivare dal fiume maggiore canali, che portassero l'acque alli predetti mulini, vi bisognerebbe e chiuse, e chiaviche di spesa non prezzabile. Quanti ponti s'averebbero a fare per mantenere il commercio de' territori con le proprie Città? nel solo Bolognese si traversarebbero cinque strade maestre, cioè quella delle Lame, di Galiera, della Mascarella, di S. Donato, e di S. Vitale, che tutte si partono dalla Città, e vi vorrebbero altrettanti ponti: sotto l'istessa considerazione cade la via, che da Medicina va a Castel S. Pietro, e molte simili; e di quelle della Romagna potranno l'Eminenze Vostre ritrarne da' Signori Romagnoli il numero preciso.

L'intestatura, che sarebbe necessaria per voltare il corso del Reno nel cavo nuovo, oltre l'essere d' incertissima sussistenza, sarebbe anco d' una spesa da non credersi facilmente.

§. 8. Passando dal punto della spesa alla considerazione dell'utile, o del danno, che ne risulterebbe. Egli è vero, che data tale inalveazione fatta e sussistente, le valli resterebbero prive, e libere dall'acque de' fiumi, e capaci degli scoli delle campagne, e che perciò in gran parte si bonificherebbero; ma è ben anche vero, che calcolata la spesa necessaria di case, e di piantamenti, di escavazione, di condotti ec., per ridurre li terreni essiccati a perfetta coltura, ed unita a quella, che importerebbe l' inalveazione proposta, verrebbero li terreni a comprarsi a prezzo rigorosissimo, e molti, per non dire ognuno, eleggerebbero piuttosto di abbandonare il dominio de' proprj fondi, erogando il danaro, che dovessero spendere per la bonificazione, in compre di terreni sicuri, e fertili fuori di essa, che soggiacere, alla certezza dello sborso, egualmente che all'incertezza della riescita. Quattro milioni, che a dir poco, sarebbero necessarj a perfezionare tale operazione importano alla ragione di 4. per cento 160. mila scudi di frutto annuo; e questi d'onde s'avrebbero a ricavare?

§. 9. La navigazione da Bologna a Ferrara sarebbe interamente perduta, come intersecata sopra a Corticella, con danno inestimabile dell'una, e l'altra città, per le gabelle, e pel commercio, e pel passaggio de' forestieri, e quando si pensasse continuarla per un Ponte Canale sopra di Reno medesimo, come si vocifera, s'accrescerebbe all'altre spese anco questa, e quella degli edificj, ed escavazione necessaria per ripararla, che ascenderebbe a più centinaia di mila scudi; essendovi necessarj i sostegni nuovi, resi inutili li vecchi, oltre che è moralmente impossibile a fare, e più a mantenere un ponte canale atto a portare un'acqua tanto sregolata, come quella della navigazione di Bologna, comecchè è cresciuta da diversi torrenti, fuori della Città, e dagli scoli di questa, e dal torrente Avvesa, che se gli unisce poco sotto il porto naviglio.

§. 10. Li

§. 10. Li mulini, ed altri edificj, che lavorano con acqua, se sono sotto alla linea, come s'è detto di sopra, si renderanno inutili per mancanza della medesima, e quelli della Città, ed altri molti, che restano al di sotto, patiranno lo stesso infortunio per difetto di caduta.

§. 11. Il territorio di Bologna da detta inalveazione, resterebbe tagliato, e diviso per la sua larghezza, ed il simile sarebbe della Romagna; e se Monsignor Corsini fra le ragioni, che lo mossero di unire il Reno a Panaro, asserisce, che la prima fu perchè si veniva a condurre per li confini dello stato Ecclesiastico: con gran ragione avrebbe egli anco per questo capo rigettata la proposizione di cui si tratta, la quale s'interna nel cuore di due Provincie le più belle, e più fertili di tutte quelle, che rendono obbedienza alla S. Sede. Anzi, se li Signori Ferraresi hanno tanto a cuore li loro Polesini, che abborriscono di udire chi discorre d' introdurvi acqua di sorte alcuna, benchè in minima parte, con qual fondamento possono credere, che li Romagnoli, e Bolognesi abbiano ad aderire a questa loro proposizione, che per tanta lunghezza loro toglie il più prezioso, il più ameno, ed il più abbondante de' loro territorj?

§. 12. Sebbene s'asserisce, che questa nuova inalveazione si farà quasi tutta fra terra, nondimeno dove la linea s'incurva confesserassi la necessità delle arginature, se non per altro almeno, per l'abbondanza dell'acque nelle piene unite di tanti fiumi, nel qual caso come averanno da scolare li terreni racchiusi v. gr. tra il Lamone, ed il Montone, tra questi, ed il Ronco, e tra il Ronco, ed il Savio? Se per via di chiaviche; ecco un nuovo capo di spesa, ma queste non gioveranno forse a causa della bassezza della campagna, e poi con qual fondamento di ragione obbligare li Faentini, Forlivesi, e Cesenati, che hanno li propri paesi esenti dall' acque, a tenere gli scoli imprigionati da chiaviche, quando nello stato presente gli godono in un'intera libertà?

§. 13. Succedendo poi una rotta nell' argine sinistro di questo nuovo fiume, non sarebbe essa la desolazione di un tratto di paese fruttifero, che resterebbe pieno d'arena, ed in isterilità a quel segno, che si vede succedere per le rotte de' torrenti vicino alle montagne?

Le terre della Romagnola, e la Città di Ravenna, che danni non ne sentiranno in caso tale, nel quale non avrebbono per nemico un solo fiume, ma tutti insieme, e l'acqua non correrebbe attraverso la campagna, come adesso, con poca, o niuna caduta, ma al lungo della pendenza medesima, che vuol dire con furia da non imaginarsi, e da non potervi resistere? Il Po di Primaro potrebbe in qualche caso esserne il ricettacolo, e forse non potrebbe smaltire tutte queste acque senza roversciarne gran parte, o nel Polesine di S. Giorgio, o nelle valle di Comacchio. Il che sarebbe tanto più facile, quanto, che si sente mettere in capitale di trascurare l' arginatura.

§. 14. Ma questi, ed altri simili punti si lasciano considerare alli Signori Romagnoli, tanto superiori, che inferiori, siccome anco alla Camera Apostolica, pel danno, che ne risentirebbe di una rotta, che succedesse alla destra del Savio, caricato da tante acque, se essa andasse ad accostarsi alle saline di Cervia.

Noi a' quali basta d' aver mostrata la nostra inalterabile prontezza in obbedire alli comandi dell' EE. VV. col portare loro sotto gli occhi, li più rilevanti motivi, che ci fanno credere impossibile, dispendiosa, inutile, dannosa, e pericolosa la proposta de' Signori Ferraresi, speriamo nell' istesso tempo d'aver fatto apparire, che il trasandare l' osservazioni delle regole del-

della natura porta seco il danno, e la riforma di Provincie intiere, siccome di fatto da questa sorgente sono derivati tutti li pregiudizi, a' quali oramai per un' secolo stanno soggette le tre Provincie; e speriamo di potere ragionevolmente concludere, che il più sano consiglio in questa materia dell' acque, dee essere quello di Pisone applaudito, ed abbracciato dal saggio Senato di Roma: *optimè rebus mortalium consuluisse naturam, quæ sua ora fluminibus, suos cursus, atque originem, ita fines dederit.*

SCRITTURA

Che contiene l' informazione a ciò che aveva domandato Gio: Domenico Cassini, mandata alli Signori Assunti d' acque.

ILLUSTRISS.MI SIG.RI

Mi hanno comandato le Signorie VV. Illust. con sua lettera di jeri, che io stenda in carta le informazioni di fatto richieste dal Sig. Gio: Domenico Cassini, affine di potere poi dar' egli il suo pesato giudizio nell' affare corrente dell' acque, ed io, che tengo perpetuo l' obbligo d' obbedire, concorro anche con particolare soddisfazione a porgere le opportune informazioni a detto Signore, venerato da me per la sua profonda dottrina, ed onorevole memoria, che del di lui merito conserva la nostra Patria, come il Principe de' mattematici del nostro secolo. Per poter pertanto adempire a questa parte con maggiore aggiustatezza, valerommi dell' ordine delle di lui scritture partecipatemi dalle Signorie VV. Illustriss.

Quanto alla prima delli 25. Maggio l' alveo di Volano dopo la chiusura della rotta Muzzarella, seguita circa 30. anni fa, non ha mai più avute acque torbide di Reno, ma solo le chiare del Canalino di Cento, e degli scoli del serraglio di Vigarano, e di S. Bianca, e parte di quelle della Valle, che viene per rigurgito dal Cavo del Duca per la via solita, del cavo della Bonafina,, Taglio Imperiali, e per alveo del Po di Primaro, sino alla punta di S. Giorgio. Ben è vero, che qualche volta dette acque vi arrivano torbidette, particolarmente l' ultime, ma di sola terra, senza parte alcuna di sabbia, che tutta si depone nelle valli.

Con dette due acque, benchè di poca quantità, pensarono li Signori Ferraresi sotto la legazione dell' Eminentissimo Ghigi, di rimettere in istato mediocre la navigazione di Volano, con escavare a proporzione l' alveo, e con la fabbrica di tre sostegni, e ne seguì l' effetto col situarne uno a Quadrea, l' altro a valle di Pigliaro, e 'l terzo a Tieni, con l' uso de' quali detta navigazione in oggi si va praticando meglio però l' inverno, che l' estate, perchè in questa stagione resta priva dell' acque della valle, e non ha sussistenza, che dalle poche del Canalino di Cento.

Il

Il benefizio però di questa navigazione non è stato scompagnato da qualche danno di sorgive, che patiscono li terreni fuori degli argini del Po predetto a causa del sostentamento dell'acqua, fatti dalli predetti edifici.

Talchè l'uso di questo alveo presentemente non è più di scaricare l'acque delle valli di Bologna, che con grandissima scarsezza, ma bensì quello di fare una competente navigazione, e dal sostegno di Tieni in giù, di ricevere gli scoli del Polesine di Ferrara, e di S. Giorgio, poichè a capo di Goro riceve il condotto Goro, e di sotto le Chiaviche Marescalca, del lago di Rodi, della Silicata, della Pomposa, delle fornaci di S Benedetto, del Durante delli Ducali, e dell'Agrifolio, le principali delle quali sono il condotto Goro, che traversa tutto il Polesine di Ferrara, da Ariano fino a Co di Goro, la Marescalca ultimamente aperta a Marozzo per iscolo de' terreni della Massa, ed altri da quella parte, non potendo dicono averlo più per le Chiaviche dell'argine circondario del Polesine, e delle Galare nelle valli di Comacchio; e quella dell'Agrifolio, che riceve l'acqua delli condotti Ipolito, e Galvano, scoli della Bonificazione di Ferrara fabbricata in luogo dell'altra sotto l'osteria di Volano rovinata ultimamente dal mare. Vi sono anche diverse menate, o montate da pesce, che servono alle valli di Comacchio a destra, ed alle nuove della Pomposa dell' Eminentissimo Cardinale d' Este a sinistra; anzi perchè li Signori Ferraresi attribuiscono l' infelicità delli scoli del Polesine di Ferrara agli interrimenti fatti davanti il Porto, e Chiaviche dell' Abbate dal Po Grande, vanno meditando di voltare in Volano tutti gli scoli del detto Polesine, coll'esempio della Chiavica dell' Agrifolio, che ha portato grandissimo giovamento al Paese.

Li predetti due beneficj di navigazione, e di scolo, fanno, che se mai li Ferraresi sono stati avversi a ricevere il Reno in Volano, ora più che mai ne sono alienissimi, e la credono proposizione la peggiore d'ogni altra.

Per altro poi sono anche in essere l'arginature, ed il cavo fatto in occasione dell'accennata navigazione, benchè per quanto s'aspetta alla larghezza di gran lunga non sufficiente all'introduzione di Reno.

Passando alla seconda Scrittura delli 31. *Maggio* 1693.

LE mutazioni accadute al Reno dopo la costruzione della pianta al tempo d'Alessandro Settimo sono tante, e tali, che non si possono brevemente descrivere. Le sustanziali sono, che il Reno nel fine nel Cavo Govone, fatto fare d'ordine del Signor Cardinale Piccolomini, s'è diramato in due gran riazzi che ora hanno 6., o 8. piedi di sponda, il primo a sinistra cammina verso Val Rosata, oramai tutta interrita, e si spande in certe valli situate a destra del Cavo del Duca in faccia a Gaibana, le quali non hanno più che due piedi di fondo, e l'acqua va poi a cadere col maggior corpo nelli lamazzi del Buttifrè, l' altro piega verso il confine al Gallo, per la linea del quale, che prima del 1680. serviva di navigazione, s'è inalveato, col farsi dall'una, e l'altra parte, 4. 5. e 6. piedi di spalla, e continuando per essa circa un miglio, e mezzo, volta poi sul Bolognese pure da per tutto inalveato, fino, che dopo avere traversata la Lorgana entra nella già Lama delle Bilacque, ora saranno due anni interi, a segno da fare in acqua ordinaria circa tre piedi di sponda al Reno, e quindi per la Scarsella passa alla Salarolla, e si porta alle Cacupate sempre inalveato a segno, che dalla Lama delle Bilacque in giù avrà sempre cinque, o sei piedi di fondo. In somma da pochi anni in quà, l'estate si può an-

andare da Bologna fino alle Cacupate sempre per le ripe del Reno a piede asciutto.

Nelle piene però l'acqua s' espande da pertutto, particolarmente nella parte superiore alle Bilacque, essendo ivi a destra di Reno qualche residuo di valli, di quelle de' Signori Volta; anzi essendo diventata valle quasi tutta la bella tenuta di Malalbergo di detti Signori.

Dall'anno 1680. in quà s'è perduta la navigazione per la linea di confine, e tre altre fatte dopo, e la odierna, che passa per li Terreni inondati de' medesimi Signori Volta, non può più in alcuna maniera sussistere, nè v'è rimedio da ritirarsi più a levante, perchè s'incontrano immediatamente gl' interrimenti di Savena.

La valle del Poggio adesso più non comunica con quelle di Marara, che per un canale manufatto di lunghezza tre miglia, e di larghezza 20. piedi in circa, ed in somma escrescenza, ha di caduta sopra le inferiori equilibrate sul pelo della Lorgana piedi 4. 9. 9. dalla quale si dovrà detraere circa un piede per l'alzamento, che in tal caso di escrescenza fanno l' acque dalla Lorgana predetta, e tal caduta s'è acquistata la valle superiore coll' alzamento dell'acque proprie sostenute degl' interrimenti, che la circondano, con cagionare nelle parti del Territorio di Bologna situate fra Reno, e Savena inondazioni, e perdite di terreni da non credersi, che da persone dotte, e pratiche, come il Signor Dottor Cassini, che sa quanto lungo tratto di paese in queste pianure di poca pendenza corrisponda alla caduta delli detti piedi 4. 9. 9.

Gli argini di Reno alla destra terminano, come già una volta, a Gallino, tutto il resto di detta ripa continua abbandonato, e nelle piene per una infinità di riazzi tramanda buon corpo d' acqua delle Valli del Poggio, e di Malalbergo, ed alla parte sinistra continuano gli argini fino alla diramazione de' predetti due riazzi.

Nel Cavo del Duca non entra più altra acqua di Reno, che una piccola parte di quella, la quale per il riazzo sinistro di esso si porta nelle valli a destra del medesimo, scaricandosi la maggior quantità, come s'è detto di sopra, verso il Buttifrè. Il medesimo Cavo del Duca quasi del tutto interrito nelle parti superiori della S. Martina, ora serve principalmente per iscolo della medesima, per avere il quale più felice, è stata ultimamente levata l'intestatura dalli Ducali, ed escavato in parte, ma non quanto bisogna per tale effetto continua bene l'acqua dal Cavo del Duca fino a Ferrara, e per essa anco in oggi si naviga, ma non corre di sorte alcuna trattenuta dalli sostegni di Volano, anzi quando la valle è bassa l' acqua del Canalino di Cento corre verso Gaibana, ed entra pel taglio Imperiali nella Valle, non avendo più l'impedimento dell' intestatura del Cavo predetto.

La caduta del fondo del Reno con acqua alta piedi 3. 9. 6. incontro la torre dell' uccellino sopra il pelo di Volano, come s'è detto di sostentato è piedi 5. 5. 11.

E sopra il fondo di Volano piedi 10. 0. 5.

E sopra il pelo della Peschiera, fosse della Città, e Cavo del Barco piedi 9. 6. 10.

E quella del pelo del Cavo del Barco sopra il pelo del Po in tempo, in tempo, che era alto once 5. sopra la soglia della Chiavica pilastrese piedi 4. 10. 3.

Ed il pelo del Cavo del Barco è più alto del pelo del Canal Bianco piedi 0. 7. 3.

Ed il medesimo pelo del Cavo del Barco è più basso del segno di somma escre-

escrescenza piedi 13. o. 1. al qual segno l' ultima piena del 15. Giugno 1693. una delle maggiori, che siano seguite a memoria d' uomini, è quasi arrivata mancandone d' un' oncia sola.

Gli argini di Volano non si sono livellati, perchè non si ha avuta in animo tal proposizione.

Il vivo degli argini sopra la piena ultima misurato diligentemenre in più luoghi, si dà in foglio a parte, dove starà anche espressa l' altezza de' medesimi sopra il piano delle campagne contigue

La caduta di Volano desunta dalle cadute de' sostegni, è piedi 10. 3. 3., ed abbenchè l' acqua di questa nella giornata della visita non si vedesse muovere di sorta alcuna, e li Signori Ferraresi concordassero in crederla affatto stagnante, nulladimeno, perchè veramente non poteva esser tale, e per salvare le correnti del Po di Primaro, ed altre misure, circa di esso, se gli sono dati in aggiunto 5. piedi, ed in oltre tre piedi per l' abbassamento dell' acque nel riflusso del mare; in maniera che pare di potere stabilire la caduta del pelo d' acqua di Volano alla punta di S. Giorgio, sopra il pelo basso del mare piedi 18. 3. 3.

Il flusso del mare per l' alveo di Volano arriva fino al sostegno di Tieni; ma non può estendersi più in sù, per l' impedimento, che trova. Nella visita di Monsignor Corsini fu deposto, che arrivava fino al migliaio in distanza da Ferrara, per l' andamento del medesimo alveo, sopra miglia 25. ma a dirittura non più di 18. ed il sostegno di Tieni è distante dal migliaio circa 5. miglia.

La Chiavica Pilastrese è nello stato di prima, ed in essa s' è notato alla presenza di questi Eminentissimi, che questa piena è restata di sotto al segno di somma escrescenza, indicato nella visita Borromea, piedi 1. 5. 6. in tempo, che a Lago scuro aveva sopravanzato di due once in circa il Piede del gialino dell' osteria, indicato per segno di somme escrescenze in detta visita. Circa alle bassezze del Po, noi nella visita abbiamo trovato il suo pelo alto once 5. sopra la soglia della Chiavica Pilastre, ed in ordine al maggiore abbassamento fu deposto variamente; chi disse tre piedi, chi due, chi quattro, ma la maggior parte hanno detto piedi 1. $\frac{1}{2}$ in istato ordinario, e che per arrivare all' estreme bassezze poteva calare tre piedi.

Circa la prima Scrittura del dì primo Giugno, non ho che aggiungere, se non che la piena di quest' anno s' è alzata sopra la soglia della Pilastrese piedi 18. 7. 6. di misura di Bologna, essendosi in questa visita regolate col nostro piede tutte le operazioni fatte, e che gli argini del Po si trovano considerabilmente abbassati, siasi per negligenza, o per malizia, particolarmente dalla parte sinistra. Che è quanto mi occorre significare alle Signorie VV. Illust. in ordine all' informazione richiesta dal Sig. Cassini. Mando annesse delineate le misure delle sezioni di Po, e di Reno, che ho fatto prendere, la prima a Lago scuro, l' altra alla Botta delli Annegati, comecchè questi sono li siti più angusti, che danno il passo all' acqua de' detti due fiumi, per potere calcolare la quantità dell' uno, e dell' altro, e dedurne l' alzamento, che farà il Reno nel Po, ed in oltre invio a loro medesimi copia d' un' altra Scrittura preparata per dare a' Signori Cardinali quando mi ricercheranno del sentimento sopra Volano; La quale contuttochè mi credesse contenere motivi forti, nondimeno vedendo ora, che il medesimo Signor Cassini pensa, che l' introduzione in Volano non sia da sprezzarsi, comincio ad essere in dubbio della di lei sussistenza, ed a tal fine ardisco di supplicare le Signorie VV. Illust. di trasmetterla al medesimo, acciò si degni

gni correggerla, perchè si procurerà di trattenere l'esame di questa proposizione fino all'arrivo delle risposte, ed intanto si potrà dar mano a discutere l'altre, anzi io medesimo scrivo a detto Signore, acciò mi onori di scoprirmene gli errori, con sicurezza, che la di lui sperimentata benignità verso di me non lascerà d'onorarmi de' suoi documenti, particolarmente se saranno avvalorate le mie suppliche dagli Uffizj delle Signorie VV. Illust., alle quali facendo umilissima riverenza, sempre più resto.

Umiliss. Devotiss. Serv. Obblig.
Domenico Guglielmini.

SCRITTURA

Sopra l'introduzione di Reno in Volano.

EMINENTISS.MI E REVERENDISS.MI SIG.RI

QUando s'ha avuto discorso d'inalveare in Volano il Reno, è stato appoggiato il pensiero di chi l'ha creduto fattibile a tre punti principali, cioè primo al non essere tale operazione cosa nuova, comecchè questo fiume vi correva per l'innanzi fino al 1604; secondo alla facilità con che si potrebbe eseguire, lasciandolo correre presso l'alveo vecchio nel Po di Ferrara, e quindi alla punta di S. Giorgio, dove intestando l'alveo di Primaro si sarebbe spinto facilmente in Volano; e terzo alli molti vantaggi, e di navigazione, e d'altro, che se ne sarebbero potuti sperare.

A questi motivi portati da Monsignor Corsini nella sua relazione fatta l'anno 1625. fu dal medesimo aggiustatissimamente risposto come in Somm. num.1., anzi quanto alle ragioni ivi considerate ebbero la forza di persuadere quel degno, e dotto Prelato a risolvere di non tentarlo con tanta incertezza d'esito, e pericolo così grande, Sommario num 2., e tanto basterebbe a' Bolognesi di addurre per esame di questa sempre posta in tavoliere, e non mai abbracciata risoluzione; ma per rendere maggiormente paghe della loro obbedienza l'Eminenze Vostre, si danno a fare sopra la detta proposizione le seguenti riflessioni.

La caduta di Reno dalla Chiesuola di Vigarano fino al pelo basso del mare è asserta nella predetta relazione piedi 26. 5. 6. nè si sa su quale fondamento di misure, non portando tal somma quelle, che sono notate nella visita. Egli è ben vero, che l'operazioni fatte fare dall'Eminenze Vostre in quest'ultima visita, non danno, che piedi 24. 10. --- . aggiungendovi piedi 8. per le ragioni espresse nel foglio delle cadute di già esibito, somma la caduta del fondo di Reno all'intestatura di Vigarano sopra il pelo basso del mare piedi 32. 10. --- . e la distanza da' detti due punti, si calcolano miglia 70.; se questa caduta sia sufficiente in tal lunghezza, sia giudizio degl'Ingegneri più pratichi, che per li fiumi della qualità di Reno ricer-

cercano, ad effetto, che non si depongano le torbide once 16. di caduta per miglio, che in miglia 70. importarebbe piedi 93. once 4. ne mancherebbono adunque piedi 60. 6. o. secondo tale supposizione. Ma regolandosi secondo quello, che s'è trovato ultimamente di caduta in Reno dallo sbocco della Samoggia fino a Mirabello, cioè a ragione di once 13. per miglio di Bologna; essendo, che miglia 70. di Ferrara non fanno, che miglia 50. di Bologna, nulladimeno vi sarebbero necessarj da Vigarano al mare piedi 54. once 4. di caduta, e pure non ne abbiamo, che 32 10. o. e ne mancherebbero piedi 21. 6. o. e tale difetto di caduta dovrebbe acquistarsi con alzamento di fondo, nella maniera, che più abbasso si dirà.

Per assodare meglio questa proposizione, bisogna riflettere, che i fiumi portano seco tre sorte di materia. cioè sassi, e sabbia, e lezza, o sia terra sottilissima. I sassi non s'incorporano nell'acqua, ma sono spinti dall'acqua nel correre che fa con gran pendenza, ordinariamente, però poco s'avanzano fuori delle foci delle montagne, e solo tant'oltre, quanto li obbliga la pendenza dell'alveo, e la quantità dell'acqua, essendo la prima assolutamente necessaria, comecchè la copia dell'acqua sola, senza l'inclinazione del piano, non è capace a smuovergli, e perciò si vede, che i fiumi reali quando corrono, o senza, o con poca pendenza, non hanno mai nel suo alveo materia sassosa, o ghiaiosa. S'unisce, bene, o per dir meglio, si confonde con l'acqua la sabbia, e la lezza, le quali come materie pesanti, non v'è, chi non sappia, non potere essere sostentate da un fluido più leggieri, senza una agitazione, o un moto di parti, che nell'acqua corrente non è altro, che la velocità, ed è determinato in natura, abbenchè a noi non affatto noto, il grado di essa sufficiente a sostenere sollevata nell'acqua la sabbia, e la lezza; quindi altra velocità è necessaria per sostentare la sabbia grossa, altra per la più minuta, ed altra per la lezza, e secondo che si diminuisce il peso, e la mole delle materie, altrettanto minore velocità è sufficiente per non lasciar deporre. Perciò dall'istesso principio dipende la velocità dell'acque correnti, ed il sostentamento delle materie mischiate con esse. Che il principio del moto nell'acque correnti sia la gravità; che questa abbia per cause coadiuvanti, o meno impedienti la declività degli alvei, ed a cagione della propria fluidità, anche l'altezza dell'acqua, non v'è chi lo nieghi, e si può provare dimostrativamente, anzi con l'esperienze oculari, che l'una, e l'altra di queste concause subentrandosi vicendevolmente, secondo, che l'una, o l'altra è di maggiore energia, anzi vediamo portarsi la sabbia dall'acqua del Po fino alle spiagge del mare, non ostante la poca pendenza del di lui fondo; ed al contrario il Reno depone la propria, abbenchè provveduto di molto maggiore caduta. Quindi nasce, che le cadute necessarie, perchè non si deponga negli alvei de' fiumi la torbida, non cadono sotto una regola generale di tante once per miglio; come pare, che sin'ora si siano regolati li Periti; poichè i fiumi egualmente torbidi, che hanno minore altezza di acqua, nelle piene hanno bisogno di maggior caduta, ed al contrario, il che costantemente si riscontra in tutti li Torrenti almeno di questi contorni. La più certa fra tutte le regole per determinare ciò, è la misura delle cadute degli alvei, che hanno stabilito il suo fondo, perchè dall'istessa natura s'impara qual sorte di pendenza sia necessaria in un fiume, quale in un'altro. Mentre adunque l'esperienza ci fa conoscere, che il Reno dopo avere ricettate l'acque della Samoggia vuole once 13. di caduta per miglio, e da lì in giù non può ricevere altre acque, dovendo scorrere per Volano, a me pare evidente, che questa almeno debba esserli necessaria quasi fino al suo sbocco, e dico quasi a cagione delle seguenti considezazioni.

 E sta-

E stato, ed è sentimento di molti, che i fiumi nel giungere in sito dove arriva il flusso del mare, non abbiano bisogno di veruna caduta, o almeno di molto minore dell'antecedente. Tal sentenza è stata fondata, sul moto continuo del mare, che non lascia mai quietar l' acqua, e per consequenza gl' impedisce di deporre, e sull'osservazione immediata, che non sì facilmente s'interriscono quegli alvei in tal distanza dal mare, come nella maggiore, e che perciò Monsignor Corsini nella sua relazione disse, in sentenza degli Assertori della proposizione di Volano, che la caduta presente di Reno di piedi 26. 5. 6. sarebbe bastata fino a Co di Goro, dove trovando il flusso, e riflusso del mare si sarebbe poi mantenuto l'alveo. Io non voglio negare, che tale opinione non sia vera in qualche parte, ma troppo grand'errore sarebbe il lasciarsi ingannare dalla di lei apparenza, perchè se ho a considerare gli esempj, io vedo, che il Lamone, rivoltato, che fu al mare, ha interrito, ed elevato il proprio fondo in maniera, che in questa visita s'è trovato avere dal ponte di S. Alberto al mare piedi 6. 2. 6. di caduta, e pure non v'è tanta distanza, che non potesse arrivarvi il rigurgito del mare, come in realtà bisognava s' estendesse anco più in su, nel tempo, che il detto fiume fu divertito dal Po di Primaro; se adunque il flusso, e riflusso non è stato bastante ad impedire gl' interrimenti al Lamone, come lo farà a mantenere il fondo al Reno in distanza dal mare di circa 12. miglia, quante si contano da Co di Goro fino al Porto di Volano. Questo fiume non è già per esempio unico di questo fatto, poichè lo stesso s'osserva ne' due fiumi, Ronco, e Montone, nel Savio, ed in quanti altri torrenti sboccano al mare immediatamente per l' alveo, de' quali poco all'insu s'avanza il gonfiamento delle maree, anzi molti piccoli torrentelli, perchè troppo insuperbiti in volere da se portare il proprio tributo al mare, ne sono rigettati con gl' interrimenti delle loro foci cagionate dalli flussi marini.

Egli è però vero, che ogni volta, che i fiumi, i quali sboccano in mare possano da se medesimi tenersi aperto lo sbocco nella spiaggia, e comunicare le proprie acque col pelo del mare, tanto basta per fare, che dal sito dove si risentono gli alzamenti delle maree in giù, resti il fondo un poco più escavato, che al disopra, e si mantenga con minore pendenza. La ragione si è, che nel flusso del mare dovendo il fiume appoggiarsi sopra d'un pelo d'acqua più alto, è altresì esso necessitato ad elevarsi di superficie per cagionare a se medesimo la velocità dovuta allo scarico delle proprie acque. Quindi nel riflusso, come più alto di corpo corre con maggiore velocità di quello, che sarebbe, se il pelo del mare fosse sempre equilibrato all'istesso orizzonte; e perciò dipendendo lo scavamento dalla velocità, viene il fondo ad essere più profondato, e per conseguenza di minore pendenza, e questa è la causa per la quale tutti i fiumi dal sito dove risentono il mare mutano cadente facendosela meno declive.

Aggiungo, che dovendo sboccare l'acqua del fiume, non sopra la superficie del mare, come alcuno si crede, ma bensì tutta sotto della medesima, non bisogna regolare la pendenza dell'alveo sopra il pelo del mare; ma tanto più basso, quanto importa l'altezza della sezione, che dee occupare nello sbocco, ed in tempo delle sue piene maggiori, che però nel nostro caso alla caduta di piedi 32. 10. 0. se ne potrebbero senza scrupolo veruno aggiungere quattro piedi, in maniera che la caduta del fondo fosse piedi 36. 10. 0. e sminuisce d'altrettanto la necessaria pendenza sopradetta di piedi 54. once 4. in maniera, che restasse piedi 50. once 4. ma non ostante ne mancherebbono anche piedi 13. 6. 0. che tutto ridonde-

reb-

rebbe in eguale alzamento di fondo a Vigarano; e poco minore sarebbe in dirittura della Città di Ferrara, per salvezza della quale se Monsignor Corsini cotanto temeva dall'intermissione di Reno in Volano, sul supposto, che l'alveo di questo non fosse per interrirsi, quanto maggiormente dovrassi dubitare di sommersione, quando per l'accennata ragione, dovesse il di lui fondo elevarsi sopra il piano della Città predetta. E' poi facile il dedurre la difficoltà di mantenere gli argini ad una elevazione assai strana, che in molti luoghi sopra 35. piedi dal piano delle campagne; l'impossibilità di ripigliare le rotte, quando succedessero, le sorgive, che darebbe un fiume così elevato di fondo alle campagne adiacenti; gl' impedimenti delli scoli, che da Co di Goro in giù in oggi vi hanno l'esito dentro; l' inutilità che succederebbe delle montate da pesce; il pericolo della Città, e Valli di Comacchio, e de' Polesini di S. Giorgio, e Ferrara: oltre che resterebbero inutili i tre sostegni fabbricativi ultimamente con gran spesa; e Dio sa in che stato si riducesse la navigazione presente di Volano, ed il di lui porto, che adesso è il migliore del Ferrarese, dovendosi piuttosto fare ogni sforzo per mantenerla, e questa, e quella, come di utile, ed onorevolezza considerabile alli stati della Santa Sede.

Tralasciandosi per ora di considerare la spesa, e presente, e futura, necessaria per eseguire, ed assicurar tal proposta, dipendendo essa da misure esatte de' fondi, e scavazione presente, ed altezza degli argini del Po di Volano per tutta la sua lunghezza; ma non si lascia però di considerarla assai grande; e senza dubbio maggiore di quello a prima vista fosse considerata.

Egli è ben vero, che le Valli di Marara quasi tutte si bonificarebbero, che quelle di Marmorta, e l'altre inferiori in parte resterebbero all'asciutto, ed in parte sollevate dal gran carico dell'acque presenti, e che in fine si metterebbero in salvo tutti li scoli da Reno al Lamone, ma non pretendono i Bolognesi veri, e devoti sudditi di S. Chiesa comprare a prezzo così caro della rovina del Territorio di Ferrara la propria salvezza; e quando anche, il che non credono, e non crederanno mai, fossero condannati dall'EE. Vostre a perpetuarsi nelle miserie, nelle quali ora si trovano liquidate dall' oculari inspezioni di tanto Paese del loro Territorio pochi anni fa fruttifero, ora inondato, e reso vallivo, desidereranno d' aspettarne un giusto sollievo dalla natura medesima, che non potrà eternamente durare nella presente violenza, piuttosto, che di consigliar mai alcuna proposizione, che non possa essere d' universale vantaggio, e di gloria dell' EE. Vostre.

Umilifs. Divotifs. Servitore Obblig.

Domenico Guglielmini.

SCRITTURA.

In risposta de' Signori Bolognesi per l' introduzione del Reno nel Po Grande.

EMINENTIS.[MI] E REVERENDIS.[MI] SIG.[RI]

MOlte sono l' opposizioni fatte nell' ultima Scrittura comunicataci dall' Eminenze Vostre alla nostra proposta, di recapitare il Reno nel Po Grande affine di liberare, o almeno sollevare il gran tratto di Paese situato a destra del Po di Argenta dalle sterminate inondazioni, che per la violenza, colla quale son trattenute l'acque, continuamente gli affliggono, e le quali chi volesse persuadere all' Eminenze Vostre con rettorici artifici, parrebbe volesse derogare la fede all' oculari inspezioni, ed al testimonio de' proprj sensi.

Per stabilire la realtà dell' accennato rimedio, si danno li Bolognesi nuovamente a dimostrarlo *Necessario*, *Giusto*, *Possibile*, *Innocente*, *e di effetto sicuro*, e tanto servirà per rispondere a tutti gli argomenti, ed opposizioni, che contro la di lui effettuazione sono stati fatti in ogni tempo, ed ora replicati da' Signori Ferraresi, sia, che realmente ne temano, per troppo tenero affetto alle cose proprie, o se ne infingano, per troppo poca compassione all' altrui miserie.

§. 1. La necessità di rimediare al presente sconcerto dell' acque, non è, non può, nè dee esser negata da chi ha orecchie per udire i lamenti de' popoli, ed occhi per vedere un gran tratto di paese reso inutile dal ristagno di acque impedite di sfogo, e portate da' fiumi, ma particolarmente dal Reno in tanta abbondanza nelle Valli, termine dannoso, e temporaneo, oramai ridotte per l' incapacità del proprio seno, a perdere il nome, col meritare piuttosto quello di fondi perduti per incuria degli uomini, o pure a comunicarle con dilatarsi sempre più all' insù ad occupare una gran distesa di terreno, non ha molto, fertile, ed abbondante, dal quale ne ritraeva la Città di Bologna, se non l' intero, almeno parte considerabile del proprio sostentamento, perdita giustificata l' anno 1690. avanti la Sacra Congregazione dell' Acque, e che ora si ripete nel tribunale dell' Eminenze Vostre, come in Sommario num. 1., ed in gran parte si potrà ad ogni lor cenno convincere ad evidenza, dal confronto dell' osservato in questa visita, col liquidato nell' altre de' Commissarj Apostolici, e si potrà dedurre unicamente dal riflettere, che l' acque delle valli di Malalbergo in oggi nelle somme escrescenze s' alzan più, che al tempo della visita Corsini, piedi 3. 3. 9. Sommario num. 2.; ma ciò è tanto evidente, che li medesimi Signori Ferraresi non lo niegano, anzi nel proprio Territorio lo provano; e mossi dalla necessità del rimedio stimano bene impiegata ogni spesa, abbenchè esorbitante, per liberare se medesimi, e gli altri da' danni, e pericoli provati, e te-

e temuti dallo sregolamento dell'acque, chiamano essi, Traspadane, come apparisce dalla moderna loro proposizione, e dalli tentativi, che hanno sempre fatti di ritirare un braccio del Po Grande nell' alveo di Primaro, non solo a titolo di restituire la navigazione perduta alla loro Città, ma anche col pensiero, che potesse servire a scaricare con felicità le acque Bolognesi, e Romagnole.

§. 2. Se egli è vero, che la natura elegge sempre li mezzi più facili, più compendiosi, e più giusti per arrivare a' fini prescrittili dal di lei Autore, non si può negare, essere altrettanto facile quanto giusto, che l'acque del Reno vadano ad unirsi con quelle del Po di Lombardia. In prova di che si concepiscano il Po, ed il Reno affatto privi d' Argini, come sarebbe se gli artificj degli uomini non ve gli avessero fabbricati, e poi si giudichi a qual parte il Reno averebbe indirizzato il suo corso. Certo non ad altro termine, che a quello, che esso medesimo s'elesse quando fu abbandonato dal corso del Po, che passava vicino alla Torre dell' Uccellino, cioè ad unirsi con Panaro, poco sotto la terra del Finale, come testifica Flavio Biondo, e se ne riconoscono in oggi anche in gran parte manifestamente le vestigia, o pure al Bondeno per l' alveo di Ferrara, come faceva in acqua bassa, dopo che introdotto alla rotta di Madona Silvia in Po rotto, cominciò a mancare al ramo di Ferrara l' abbondanza dell' acque del Po medesimo. Se adunque il Reno da se medesimo per sola disposizione di natura ha sempre tentato di unire la sua corrente a quella del Po di Lombardia, e se presentemente farebbe l'istesso lasciato, che fusse in libertà, anzi lo pratica in occasione di rotte alla sinistra del suo corso, andando a scaricarle alla Chiavica di S. Gio:, come più volte è succeduto, Sommario num. 3., chi negherà, che non sia sommamente giusto il secondare le inclinazioni della natura, incaminandolo verso Panaro con regola, ed inalveazione proporzionata, o pure a dirittura nel Po Grande, in qualunque sito, che dall' infinita perspicacità dell' Eminenze Vostre fosse più giudicato opportuno.

§. 3. Ne è già impossibile anzi piuttosto facile, e di poca spesa il farlo con tutte le buone regole, in ogn' una delle linee proposte, non ostante tutte le difficoltà più esagerate, ed enfatiche, che vere, e reali, addotte nella Scrittura, atteso che non sussiste, che la caduta di tal nuova inalveazione dovesse elevarsi sopra il piano delle campagne piedi 3., e piedi 8. come viene asserito, e si pretende provare, mediante il profilo della livellazione fatta, ed accordata da' Periti delle parti, e dall' Azzoni l'anno 1660., per la linea, che va a Palantone, poichè questo prova tutto il contrario delineata, che sia la linea cadente nella forma insegnata, e praticata tutto il dì da' migliori Architetti d' acque, cioè regolata nel nostro caso quattro piedi almeno sotto il pelo basso del Po, e prolungata all' insu con la proporzionata acclività indicata dal genio dello stesso fiume, che dalle livellazioni ultimamente fatte dallo sbocco della Samoggia fino a Mirabello, apparisce essere once 13. per miglio di Bologna, poco dissimile dalla caduta di Panaro, il quale dalla Chiavica di S. Gio: fino al suo sbocco, ha di caduta piedi 5. 9 6. in distanza di cinque miglia, Sommario num. 4., e perciò è assioma comune accettato nella scuola de' Periti dell' acque, doversi l' escavazioni cominciare sempre al di sotto, perchè l' acqua ne insegna la quantità, e la misura.

visita ultima

Ora se tal metodo si praticherà in delineare la cadente della nuova inalveazione di Reno al Po Grande, per qualunque linea si voglia delle proposte, si vedrà evidentemente, che il fondo di essa in nessuna parte camminerà ele-

elevato sopra il piano delle campagne, ma considerabilmente profondato non meno di Panaro medesimo, che pure esamino per campagne uniformi in elevatezza di superficie a quelle, sulle quali vengono disegnate le nostre linee; onde siccome questo in niuna parte patisce tal disastro, Sommario num. 5. così non si dee dubitare, che 'l Reno non abbia da fare il medesimo, aperta, che le sia la strada di scaricare le sue acque nel Po di Venezia. In prova di che, si esibiscono all' Eminenze Vostre annessi i profili di tutte quattro le linee, che sentiranno, di Sommario num. 6., dalla semplice inspezione de' quali resterà chiarita la verità delle nostre asserzioni.

L'equivoco, sul quale è fondato il detto de' Signori Ferraresi, consiste in avere considerata la cadente del pelo di Reno su quello del Po, l'uno, e l'altro nello stato, nel quale furono trovati il giorno della livellazione dell' Azzoni, come linea cadente del fondo, e pure bisogna distinguere l' una dall' altra, perchè siccome la prima è instabile, dipendente dalla varia, e sempre instabile elevazione de' peli d' acqua, così la seconda è determinatissima, presa, che sia dal suo vero principio, e non a mezzo, come ora è stato praticato.

Cessando dunque il supposto de' Signori Ferraresi, che serve di premessa a tutte l'altre difficoltà, e danni asseriti, cessano altresì tutte le allegate conseguenti considerazioni. Poichè prima non vi vorrebbero, come si asserisce, nè li 17. nè li 23. piedi d'argine sopra il piano delle campagne, perchè si sa benissimo, che il Reno non si eleva nelle piene più di 10. piedi in circa sopra il proprio fondo; onde a riguardo del solo Reno questi basterebbero, ed in ogni caso potrebbe prendersene regola degli argini superiori, e rispetto al rigurgito del Po, non si nega dovessero essere più alti qualche cosa della misura predetta, ma basterebbe regolargli in maniera, che andassero a cadere su quelli del Po medesimo con la stessa proporzione di caduta, che hanno quelli di Panaro, o pure, che hanno quelli di Reno nella parte superiore; e finalmente quand' anche dovessero elevarsi [il che assolutamente è falso] all' altezza predetta, non sarebbe cosa senza esempio, vedendosene de' pochi meno alti nel corso presente del Reno, e nel fiume Senio, e pure sussistono, senza disperazione de' Popoli, che gli hanno fatti, e mantengono, a difesa de' proprj beni. Secondo si vede benissimo, che la terra per farli dovrebbe prendersi nell' alveo, senza avere forse a toccare quella della campagna adiacente, che in minima parte, come costerà dalle livellazioni, e quando dovesse valersene in buona copia, non perciò diventerebbero vallive le terre, comecche sono le più alte del Ferrarese; e siccome ciò non succede nelle parti inferiori adiacenti al Po grande in occasione di rinfrancare i froldi, e formare nuove coronelle, molto meno si dovrebbe temere nelle più alte, per le quali passano le linee delle diversioni. Terzo non sussiste, che le proposte inalveazioni altro non siano, che un ristringere l' espansione del Reno, che i di lui argini fossero per essere un froldo continuo, e che si fosse in necessità d' avere le ripe del fiume senza restare (frasi tutte sinonime) perchè dovendosi fare escavazione, e dovendo la linea cadente stare sotto il piano delle campagne, verrebbero senza alcun dubbio a rimanervi le sue restare, le quali poi coll' alluvioni si alzarebbero ad un' altezza proporzionata, come hanno fatto quelle di tutti gli altri fiumi, e perciò attesa la rettitudine della linea cotanto amata, e lodata, in altre occasioni da' Signori Ferraresi, svanirebbe ogni sospetto di froldo, ogni corrosione di Ripa, ed ogni pericolo di rotte: alla quale sicurezza moltissimo contribuirebbe il mantenere

due

duè strade al lungo delle restare, comecchè dal frequente passaggio sempre più si addensa la terra, e la necessità del transito obbliga i paesani ad una continua applicazione, di mantenere con proporzionati rimedj le ripe dell' alveo.

§ 4. Coltivando adunque maggiormente questa sicurezza morale, egli è certissimo, che la rettitudine degli alvei contribuisce molto alla sussistenza degli argini, ed alla felicità del corso de' fiumi. Osservisi il Cavo Gavone in mezzo a i boschi, e senza alcuna assistenza, e si vedrà, che egli mantiene anco dopo trent' anni la sua primiera dirittura, non ostante sia imboccato da un froldo. Diasi un occhiata a tutta la riviera di filo nel Po di Primaro, nè si troverà differentemente, quantunque essa sia sottoposta a molte cause accidentali, che pure potrebbero introdurvi alterazione, e poi riflettasi, s' egli è mai credibile, che un' inalveazione diritta di non molto lungo tratto ben regolata, e fatta con tutte le debite cautele, abbia da permettere, che un' ingegno indifferente, e disappassionato concepisca timore di rotture, almeno a quel segno da defraudare del necessario sollievo tanta vastità di Terreni, che non hanno gia il solo timore, o sospetto, ma patiscono gli effetti continui, e sempre maggiori delle rotte medesime, che vuol dire l' inondazioni delle campagne, gl' interrimenti, e la perdita delli scoli de' fondi superiori. E poi non sarebbbe un buon cambio per la Città, Fortezza, e Territorio di Ferrara il liberarli dal pericolo di 13. froldi ora esistenti nell' arginature arenose di S. Martino, che stanno in faccia, ed in poca distanza dalla Città, anzi da quello di tutte le rotte, che potessero succedere a sinistra, con mettersi sotto la sicura tutela d' un argine diritto di terra buona, e non più lungo in qualcheduna delle nostre linee, di tre in quattro miglia? Nè occorre obiettare in avvantaggio i regurgiti del Po, e li pessimi effetti, che ne possono succedere, perchè questi qualunque siano, o veri, o apparenti, non si diminuiranno, nè si accresceranno, provandosi in oggi nell' escrescenze del Po il regurgito per l' alveo di Panaro fino al finale, e seguita che fosse l' inalveazione, si farebbe per quello del Reno sin dove risentisse lo stesso equilibrio; ed essendovi il pericolo, si cambierebbe del pari il presente del Panaro, e cavamento di Foscaglia con il futuro del Reno; e non essendovi, non vi sarà nè meno da temere cosa simile negli argini del Reno, anzi quelli stessi rimedj, che si praticarebbero in un caso, occorrendo si dovrebbero applicare nell' altro. La verità però si è, che siccome i regurgiti predetti del Po in Panaro, non s' ha memoria, che abbiano mai cagionata, nè rotta veruna, nè alcuno di quei perniciosissimi effetti, per giustificazione de' quali con soverchia confidenza son chiamate in testimonio di visita l' Eminenze Vostre, quasi, che nell' ultima loro visita avessero veduto non dirò in manifesto pericolo la Terra del Bondeno, ma almeno qualche cosa di straordinario nelle ripe, o negli argini, atta a sorprendere gl' ingegni anco meno sperimentati, e pure non si vidde altro, che alcuni pericoli, e non considerabili dirupamenti di ripe, cosa solita, e consueta in ogni abbassamento d' acqua di fiume, che trova le proprie sponde, o a perpendicolo, o senza la dovuta pendenza. Così non s' ha da temere, che gli effetti de' regurgiti si habbiano da fare molto più grandi nel Reno, all' alveo del quale si darà tanto maggiore larghezza, e per conseguenza tanto più verranno distanti le sponde dell' alveo dall' arginatura, che si faranno; nè si può addurre alcuna disparità per le piene di Reno, che si pretendono provate mediante le fedi in Sommario de' Signori Ferraresi num. 4. venire replicatamente sei, o sette volte una dopo l' altra, e fino 40., o 50. volte l' anno, perchè tali fedi non possono indurre fe-

fede veruna in chi ha qualche pratica della verità del fatto, posciachè rispetto al numero asserito di esse, bisognerebbe, che il Reno si gonfiasse una volta la settimana, o pure continuasse seguitamente mesi intieri a non lasciarsi vedere fuori del suo stato ordinario, cioè bassissimo, come è accaduto ultimamente ne' due mesi della dimora dell' Eminenze Vostre in Ferrara, e rispetto al replicare delle piene, bisogna dire, che o li fideifacienti non abbiano in testa le nozioni degli altri uomini circa le piene de i fiumi, e secondo essi calcolando per una piena, e singolo alzamento d' acqua, bisognerebbe asserire, che le piene del Po succedono molto più frequenti di quelle del Reno, e pure non si asseriscono venire, che due, o tre volte l' anno al più, o piuttosto, che le piene del Reno non sono di maggior durata di sei, o sette ore, e da ciò si deduce qual credito s'abbia da avere al gran numero delle fedi allegate contrarie in buona parte alla verità del fatto, e senza la sincerità stimata da Monsignor Corsini al §. *La verità ec.* cotanto necessaria in queste materie.

Moralmente adunque parlando non si dovrebbe temere di rotte, e succedendo [il che Dio non voglia] sarebbe d' uopo tollerarle in vece dell' altre del Reno, del Panaro, e in qualche nostra proposizione anche del Po Grande, o piuttosto difendersene con la manutenzione dell' argine Traversagno, sfogando l' acqua per l' alveo del Po di Ferrara, come già si faceva una volta, quando si tagliava nelle piene del Po Grande, l' intestatura del Bondeno; nel quale stato antico di cose non essendo mai stato necessario murare le porte della Città, e fortezza per impedire l' entrata all' acqua, nè essendosi questa mai inondata restando a porte aperte, come non fu mai quando era bagnata sin sotto le mura dalle piene maggiori del Po, molto meno si dee credere dovesse in avvenire patire l' ultima desolazione dalle rotte del Reno, particolarmente non sussistendo, che le mura della Città siano tanto più basse degli argini del Po, e di quelli, che dovrebbero farsi al nuovo alveo, e quando lo fossero, si sa bene, che l' acque delle rotte sparse per le campagne, non conservano quell' altezza di corpo, che è loro necessaria, ristrette che sono fra gli argini, e per conseguenza non vale l' argomento: *l' acqua d' un fiume nelle sue piene, è più alta d' un' altro termine, adunque succedendo rotte lo sormonterà.*

§. 5. Cessando perciò ragionevolmente i pericoli delle rotte, e molto più quelli delle gran ruine, ed estermini troppo iperbolicamente descritti, e senza altro fondamento, che d' un panico, ed apparente terrore asserita. Passiamo ora alla materia delli scoli, che s' intersecherebbero in ognuna delle linee da noi proposte; e primieramente rispetto alla prima di Monsignor Corsini, li scoli intersecati sarebbero i condotti Brunello, e Cittadino, il Canal Bianco, e la fossa Laverzuola; ma a questi di già s' è detto nella nostra Scrittura potersi provvedere in due maniere, cioè o unendoli tutti tre insieme, e facendoli passare sotto l' alveo nuovo per botte sotterranea, o pure per una Chiavica al Lago scuro nel Po, sul pelo basso del quale hanno sufficiente caduta, e lo stesso si praticherebbe rispetto al Canalino di Cento Nella linea, che va da Mirabello, e Palantone a detto Canalino di Cento, si provvederebbe, o per botte sotterranea, o ricevendolo nell' alveo nuovo, ed il Condotto Cittadino, che solo s' interseca, si potrebbe voltare al Pò, in luogo opportuno, e con tal mezzo si provvederebbe anco al timore, che nelle rotte, le quali potessero succedere a sinistra di Reno, fosse per essere sforzata la botte sotterranea, e desolata la Città.

Quando si mandasse il Reno da Mirabello al Bondeno, è vero, che s' intersecano alcuni condotti, ma col solito rimedio delle Botti vi si provvede-

reb-

rebbe, o pure col riceverli in Reno, o mandarli a sboccare a qualche altra chiavica di quelle, che si trovano a destra del cavamento di Foscaglia.

Ma nel quarto nostro partito non si traversa scolo veruno, e quando ciò fosse, facilissimo sarebbe di mandarli tutti alla chiavica di S. Bianca, di cui si potrebbe aprire l'arco sinistro ora terrapienato, per maggior felicità di sfogo, ed i terreni, che ora scolano sul pelo del Po di Ferrara acquisterebbero sopra piedi 4. di caduta di più, Sommario num. 7. dovendo scolare sul pelo basso di Panaro, beneficio da non sprezzarsi, non ostante tutta la soggezzione di chiaviche. Si aggiunge, che qualunque fosse lo scolo, non potrebbero lamentarsi gl'interessati, essendo che sarebbe lo stesso per l'appunto, che loro averebbe dato la natura medesima, se 'l Reno per la via di Po rotto, si fosse lasciato correre ad unirsi col Po Grande alla Stellata. Per quello importa l'interesse del Canalino di Cento, per li benefizj, che apporta alla Città, e Fortezza, e Porto di Volano ec. Chi non vede, che abbondantemente si supplirebbe a tutti questi bisogni con ridurre, come s'è progettato il nostro Canale Naviglio augumentato dall'acque di tanti scoli fino sotto le mura di Ferrara, per valersene opportunamente.

§. 6. Non crediamo necessario di rispondere alli motivi portati per dimostrare il pregiudizio del Ducato in caso d'invasione per la separazione delle terre di Bondeno, Cento, Stellata, perchè tali politici riflessi sono proprj del Principe Supremo; ma pure, quando avessimo a discorrere sopra questa materia, non mancherebbamo di dire, che facendosi l'introduzione del Reno in Po per la nostra quarta linea, le terre del Bondeno, e Stellata resterebbero nel medesimo sistema di cose, in che ora si trovano, anzi il Bondeno potrebbe ridursi nella confluenza di due fiumi, Reno, e Panaro, e così rendersi capace d'ogni migliore fortificazione, che servirebbe per piazza di frontiera allo Stato Ecclesiastico, e di sicurezza alla Stellata per la facile comunicazione, e rispetto a Cento quanto meglio potrebbe esso essere soccorso per la campagna aperta, e libera dalla parte destra del Reno, il quale dovrebbe passarsi solo sotto le fortificazioni di detta terra; che dalla sinistra in tanta angustia di sito, quanta è fra'l Reno predetto, e Panaro, nè le mancherebbero ajuti dalla parte del Bolognese, e Forte Urbano, essendo certissimo, che non può essere invasa una parte del Ducato di Ferrara senza chiamare da tutto il resto dello Stato Ecclesiastico le necessarie difese. Si lascia poi mettere in bilancia, se sia più vantaggioso aprire una comunicazione assai grande per terra fra le due Provincie di Bologna, e Ferrara, con togliere di mezzo il Reno, e le Valli, perdendo anche quella con Cento, o pure mantenere questa nello stato in che si trova, e voler restar privi dell'altra, siccome non si tralascia di motivare, che i fiumi sogliono riuscire, almeno sul principio dell'invasioni, più in vantaggio, che in offesa degli stati, mantenendo le difese nelle circonferenze, e non mai ristringendole nel cuore delle Provincie, perchè difficultano i passi, e quando ne sono capaci allargano le campagne, levando la sussistenza a'nemici, in manifesta prova di che si dia un occhiata alla sfuggita alle Provincie della Fiandra, ed Olanda. Più aggiugnerebbamo in questo particolare, se il credessimo parte nostra, ma perchè assolutamente non crediamo, che sia, basteracci d'aver fin ora provato, che l'alveo nuovo del Reno, è fattibile senza gran difficoltà anzi senza gran spesa, non sussistendo per alcun capo il calcolo Gaetano, e senza danno veruno dello stato di Ferrara.

§. 7. Passeremo adunque a considerare gli effetti della introduzione del Re-

Reno nel Po, e diftingueremo le noftre rifleffioni difcorrendo fopra li due capi enunciati nella Scrittura; e prima ritrovandofi il Po in fomma efcrefcenza, egli è confermato dall'efperienza di molti fcoli, ed autenticato dal detto di tanti teftimonj efaminati nella vifita Sommario num. 8. (al detto de' quali fa debole contrafto la fede fofpetta d' un miniftro mercenario) che non mai s'incontrano le piene di Panaro, e del Reno con quelle del Po, e fanno beniffimo l'Eminenze Voftre, che in queft' anno eftremamente piovofo niuno de' detti due fiumi s' è alzato fopra il fuo ftato ordinario, in tempo, che il Po correva gonfio quafi al fegno delle fue maggiori efcrefcenze, e tanto bafterebbe per efcludere il primo capo; ma perchè fi vuol camminare con tutte anche le foprabbondanti, purchè ragionevoli, cautele, concedafi per cofa fificamente poffibile l'incontro delle due piene: In tal cafo fi oppone, che 'l Reno non potrà avere sfogo nel Po, ma ciò è contrario all'efperienza, perchè, fe v' entrano tanti altri fiumi, per qual cagione dovrà effere denegato a quefto folo l'ingreffo? E fe entrava fenza fquarciare le proprie fponde, quando correva per l' alveo fuo vecchio nel Po di Ferrara, perchè non potrà fare lo fteffo in quello di Lombardia? Nuova cofa farebbe in natura, che un fiume tributario fuffe rigettato da un Reale, mentre dall'influffo di quefto, effo acquifta e la natura, ed il nome. V' entrerebbe adunque, e sforzerebbe le maffime efcrefcenze, come provveduto di declivio fufficiente a darli quel picciolo alzamento di fuperficie, che è neceffario a' fiumi minori, per obbligare il maggiore a riceverli, fenza alcuna neceffità d'avere a fcorrere, come s'afferifce fopra il pelo alto del Po, effendo comune offervazione, che i fiumi fi fpianano fu l' acque fiano del mare, o di altri fiumi, nelle quali hanno l' ingreffo, ed entrano di fotto con quella velocità, che loro vien permeffa dall' ampiezza della propria fezione, e dall'impeto, o per ragione di declivio, o di altezza di corpo, altrimenti dovrebbe dirfi, che vicino al mare, foffe neceffaria l' ifteffa altezza d'argini, che s'offerva lontano da effo, e che quelli di Panaro foffero tanto più alti di quelli alla Stellata, quanto importa l'altezza delle piene fopra il pelo alto del Po; propofizioni l' una, e l' altra convinte per falfe dalla fola oculare infpezione.

Nè con maggiore fondamento s'afferifce, che il Panaro faccia alzare il Po due, o tre piedi, mentre ftanno in contrario i teftimoni pratici efaminati giuridicamente nella vifita Borromea, Sommario num. 9 li quali afferifcono, che l'alzamento dell' acque del Po a Lago fcuro, fatto per la piena fopraggiunta di Panaro, non eccedeva mai mezzo piede; oltre altre ragioni, dimoftrazioni, e calcoli, che fi daranno in foglio a parte; rifpondendo anche all' oppofizione fatta, che l'efcrefcenza del Reno in Po alto non fi poffa definire, che fe a riguardo di tal alzamento poffibile per l' incontro delle piene doveranno alzarfi gli árgini del Po anche in longhezza di 120. miglia, comecchè fi ftima giufto, non fi ricufa di farlo a proporzione, ed a tal fine fono ftate da Bolognefi dimandate, ed ottenute le mifure del vivo degli argini per riconofcere ove fia il bifogno di tale operazione ftimata da' medefimi Signori Ferrarefi, *unico, e conveniente riparo a tanti danni* da effi temuti per l' elevazione maggiore delle piene, e farebbe altrettanto più facile l'ottenerne l'intento, quanto che fecondo la pratica, e l' afferzione fatta in queft' ultima Scrittura, riefce ottimamente di foftenere *l' impeto del Po pieno con il debole riparo de' foprafogli*; anzi con femplice arature fatte pel lungo degli argini, come s' è veduto effere ftato praticato in quefta ultima piena.

§. 8. Avanzandofi alla confiderazione del Po in eftrema baffezza fi temo-

mono da' Signori Ferraresi molti danni, che si riducono a quattro capi: cioè. Primo a' dirupamenti d' argini, ed avanzamenti di froldi; secondo agl' interrimenti, che si fanno su li scanni dell' Abate a pregiudizio delli scoli del Polesine di Ferrara; terzo al danno delle chiaviche, che si trovano a destra, ed a sinistra del Po Grande, e di Ariano; e quarto all' alzamento di fondo, che dovrebbe farsi nell' alveo del Po medesimo. Ma se si considerano bene tali asserzioni, vedrassi chiaramente che poco, o nulla rilievano; e primieramente in ordine al primo capo, non sussiste in fatto l' esempio di Panaro, che introdotto in Po basso si porti a percuotere le ripe opposte. Nella visita Borromea si vidde una piena di Panaro, e s' osservò, che la di lei torbida tenevasi tutta dalla parte destra del Po, restando per lungo tratto separata dall' acqua chiara dello stesso, Sommario num. 10. e nella visita presente s' è veduta l' acqua di Burana limpida, nell' introdursi che faceva in Panaro correre tutta radente la ripa sinistra di esso, Sommario num. 11. Il Bonello della Stellata è egli effetto d' uno sbocco impetuoso, o pure piuttosto d' un rallentamento di moto, mentre se non s' è cominciato, s' è almeno secondo il detto de' Signori Ferraresi accresciuto, da che non si taglia più l' intestatura del Bondeno. La mutazione del fondo, o sia maggiore corrente ne' due rami, che abbracciano detto Bonello cambiata dalla parte di Figarolo dove era al tempo della visita Corsini, Sommario num. 12. e rivoltata alla parte della Stellata, come s' è osservato nella visita presente, Sommario n. 13. è certo, che non può derivare da altra cagione, che dall' introduzione dell' acqua di Panaro, che escava dalla parte della sua introduzione, non dalla corrosione della ripa opposta, che non è mai succeduto, nè mai per tale occasione succederà. Or vedasi se le piene del Reno dovessero fare effetto differente, particolarmente, se fosse dato sbocco ben aggiustato alla di lui introduzione, per mancanza del quale succedono dirupi di ripe, ed anche d' argini nella parte inferiore di Panaro, che cesserebbero ogni volta si secondasse la natura de' fiumi, i quali non mai cessano di rodere le ripe della propria foce, fin tanto non se l' hanno aperta in sito dove trovino minore la resistenza, ed in vano suda l' arte di chi pretende mantenere ostinatamente la Coronella Riminalda, piuttosto, che valersi per difesa contro l' acque del Panaro, e del Po d' uno degli argini, che in gran numero si trovano più al dentro delle campagne altre volte ghiare, e golene dell' ultimo.

Nè meno si avanzerebbero le corrosioni per l' introduzione delle piene del Reno, o alla Stellata, o a Palantone, essendo troppo sottile l' argomento delle moltiplicate riflessioni de' froldi dal Bonello della Stellata alla Coronella Riminalda, da questa al froldo delle Gaselle, essendo certo, che l' impeto nelle tortuosità si rifrange, e perciò non sarebbe maggiore, che se il Po s' alzasse a quel segno, che lo farebbe alzare la sola piena del Reno, la quale rare volte, e non mai verrebbe, che non fusse seguitata da quelle degli altri fiumi, che scendono dall' Appennino, ed essendoche i froldi patiscono nel calare delle escrescenze, il danno, che ne perverrebbe non sarebbe effetto della piena del Reno, che sarebbe già cessata, ma di quelle degli altri fiumi, che restarebbero dopo di essa; e nè più, nè meno succederebbero, che se il Reno non vi avesse parte. Si rimette poi al giudizio di chi si sia il considerare, se tal riflesso, quando anche avesse sussistenza, abbia unito tanto di forza da divertire l' esecuzione d' un projetto per tanti capi utile, e necessario.

§ 9. Al secondo capo, de' danni, che risultano dagl' interrimenti fatti al Po dalle spiagge del mare, e su gli scanni dell' Abate, si risponde, che

gl'

gl'interrimenti ſi debbono conſiderare, o per ſe medeſimi, o in ordine agli effetti, che producono. In ſe medeſimi al certo non ſono dannoſi, poſciachè accreſcono terra all'abitazione degli Uomini, e Popoli, alla giuriſdizione del Principe, due punti unicamente deſiderabili; onde il ſolo danno ſi reſtringe agli effetti, i quali non ponno aſſerirſi, che due, cioè impedimento di ſcolo, e perdita, e deterioramento del Ramo, e Porto d'Ariano, o ſia di Goro, e riſpetto a queſt' ultimo, chi conſidera le memorie antiche, facilmente conoſcerà qual ſorte di pregiudizio le ſia arrivato. Al tempo della viſita Corſini volendo li Periti riconoſcere il Po d' Ariano, in tempo, che l' acqua era alta ſopra la ſoglia della Chiavica Pilaſtreſe once 5, eſſendovi entrati dentro con una Peotta per il breve tratto di 25. pertiche, ſi ritrovarono obbligati a tornare indietro per non trovarvi, che un piede d'acqua; ma in queſta viſita eſſendo il Po all' iſteſſa altezza ſanno bene l' Eminenze Voſtre che vi ſi navigò per tutto il tratto con un Bucentoro ben grande, e che il minor corpo d'acqua ſcandagliato ad inſtanza de' Signori Ferrareſi fu piedi 4 Sommario num. 14., e non ſi trovò non oſtante la baſſezza dell' acqua impedimento al paſſaggio in alcuna parte. Ora chi dirà, che il Ramo di Ariano ſempre più s'avanzi all'annichilamento, e che il di lui Porto ſiaſi omai interamente perduto, quando dalla medeſima viſita Corſini ſi riſcontra anche a quel tempo farſi ſimili richiami, Sommario num. 15., ora non avvalorati da deterioramento alcuno, ma piuttoſto, come s'è dimoſtrato, ſminuiti a cauſa, o dell' introduzione del Panaro, o del laſciarſi correre di gran tempo in quà tutte le piene per il ſolo Po di Venezia, o pure [che è più credibile] dall' eſſerſi avanzato con impetuoſa corrente il Ramo della Donzellina a togliere di mezzo gli ſcanni, che una volta gl'impedivano lo sbocco, effetti tutti, che ſi farebbero, e più grandi, e più ſolleciti ogni volta, che per l'augmento dell' acque del Reno, ſi rendeſſero le cauſe di eſſi più energitiche, ed efficaci.

Viſita Corſini alli 7. 8 9. 10 e 13. Febraio.

Per accertarſi poi dal deterioramento degli ſcoli del Poleſine di Ferrara, egli è d'uopo riflettere la caduta, che eſſi godono nel Cavo del Barco ſino al pelo baſſo del mare. Queſta fu ritrovata nella viſita Corſini piedi 13. o. 6. in lunghezza di circa 50. miglia, che viene ad eſſere per miglio once 3. 1. $\frac{14}{25}$ Ora il tratto del Canal Bianco per quanto dicono li Signori Ferrareſi nella loro Scrittura, s'è avanzato tre miglia, e perciò eſſendovi in miglia 53. la medeſima caduta di prima, diſtribuita che ſia queſta nella deſtra diſtanza ne vengono once 2. 11. $\frac{16}{53}$ per miglio, con differenza di punti 2. $\frac{1}{4}$ poco meno. Se tal differenza di pendio ſia l'origine del deterioramento de' ſcoli, o piuttoſto il non tenere eſpurgati i condotti dall' erbe, l' impedimento delle quali toglie la velocità, ſiccome con l' atturamento del condotto ſminuiſce lo ſcarico all'acque; o pure l'interrimento del fondo ſintoma comune di tali piccioli fiumicelli, ſi rimette a più ſano giudizio. In ogni caſo non è difficile il rimedio di voltare tutti li ſcoli nel Po di Volano, dove averanno tutta quella felicità d'eſito, che loro è permeſſa dalla natura del ſito.

Caſtelli nella ſcrittura ſopra le Palu di pontine.

§. 10. Paſſando a' danni, che apporterebbe il Reno alle Chiaviche eſiſtenti nell'una, e l'altra ripa del Po aſſai eſattamente indicate, con l'annoverarvi, non ſi ſa con qual fine, anche quelle de' Ducati di Mantova, Modana, e Parma tanto ſuperiori di ſito, ſi riflette, che le Chiaviche in due caſi ſi tengon ſerrate; prima quando ſi teme di regurgito ne' condotti per cauſa dell'alzamento del Po, e ſecondo quando i condotti medeſimi ſo-

ſono affatto ſenz'acqua Sommario num. 16. In queſt' ultimo caſo egli è evidente, che il tener ſerrate le cateratte non arreca verun pregiudizio, ma nel primo, allora ſi chiudono quando l'acqua de' condotti reſta più baſſa di quella del Po. Per tal cagione è ſtato depoſto da' cuſtodi delle Chiaviche doverſi tenere abbaſſate le Porte 5. 6. 8. 10. meſi dell' anno Sommario num. 17. ed in tale ſtato qualunque piena veniſſe nel Reno, non accreſcerebbe, nè ſminuirebbe il danno, come derivato da altra coſa per innanzi eſiſtente; dunque tutto il male viene riſtretto al reſto dell' anno, quando le Chiaviche ſcorrono aperte; ma perchè le piene del Reno ſono di pochiſſima durata, e tanto brevi, che poſſono replicare in un giorno, Sommario de' Signori Ferrareſi num. 4., ſi vede beniſſimo qual danno ſia queſto d' avere ad interrompere qualche volta lo ſcolo per ſette, ovvero otto ore; anzi per minore ſpazio, ſe egli è vero, che le eſcreſcenze di Panaro, e del Reno, vengano quaſi ſempre congiunte, col ſolo intervallo di cinque, o ſei ore, che la piena dell' ultimo precede quella del primo, come aſſeriſcono i paeſani, ed in oltre perchè la piena del Reno non può venire da ſe ſola, che per qualche accidentaliſſima cagione, e di eſtate, rariſſimi, e forſe non mai verrebbero i caſi, ne' quali le Chiaviche doveſſero chiuderſi, a di lei ſola contemplazione, conſideriſi di queſto argomento la forza: *Le Chiaviche ſtanno 5. 6. 8. 10. meſi dell' anno chiuſe*, e non oſtante ſtanno in eſſere i terreni, che per eſſe hanno lo ſcolo, *adunque* (per dire aſſai) *dovendo ſtar chiuſe dieci giorni di più i medeſimi terreni ſi perderanno*: e pure così ſi pretende provare nella Scrittura.

Riſpetto poi agl' interrimenti, che ſi fanno nelle piene del Po avanti le porte delle Chiaviche, le quali biſogna levare con qualche diſpendio, biſogna diſtinguere; perchè o ſi farebbero dal ſolo Reno introdotto in Po baſſo, ed allora non potendoſi fare tant' alti da non potere eſſere levati dal ſolo corſo dell' acqua riſtagnata ne' condotti, non darebbero ſpeſa veruna, eſſendo notorio, che allora ſolo ſi ſtezano i condotti quando gl' interrimenti ſi fanno tanto alti, che l' acqua delle Chiaviche non può ſuperarli, ovvero ſi farebbero dalle piene del Po unite quanto ſi voglia a quello del Reno, ed in tal caſo ſarebbe la ſpeſa eguale a quella, che ſi fa preſentemente, e s' è fatto per lo paſſato, s' egli è vero ciò, che è ſtato depoſto nella viſita Sommario num. 18. che gl' interrimenti ſi facciano in oggi poco meno alti della piena medeſima.

§. 11. Finalmente per convincere, che il Po della Lombardia non è interrito, e che l' introduzione del Reno non potrà cagionarvi, o accreſcervi l' alzamento, baſterebbe addurre quella famoſa regola generale provata così nervoſamente, e diffuſamente da D. Scipion da Caſtro, *che fiume non interriſce fiume*; nondimeno per maggiormente aſſodare tal verità, ſi oſſervi, che i fiumi, che hanno poca acqua, hanno ancora più caduta naturale, e profondità, e larghezza d' alveo minore, e che all' accreſcerſi di nuove acque, s' accreſce altresì, e l' una, e l' altra, ma per lo contrario ſi diminuiſce la caduta. Su queſta regola, che ſi riſcontra di eterna verità in tutti i fiumi del mondo, che hanno fondo, e ſponde poſſibili a corroderſi da corſo d' acqua, s' appoggia la ragione della gran profondità, e larghezza del Po di Lombardia, e dalla medeſima ne naſce per neceſſaria conſeguenza, che quanto più i fiumi reali ſi fanno maggiori col dar ricetto a maggior numero di tributarj, proporzionalmente ſi vanno ſempre più allargando, e profondando, e non interrendo, ed elevando il fondo, come ſi vorrebbe far credere foſſe per ſuccedere, introdotto che foſſe 'l Reno nel Po. A queſta ragione, che pure è ſenza replica, non avendo più luogo la diſtinzione de'

fiumi torbidi, e chiari, s' accorda mirabilmente l' esperienza. Dopo che Panaro fu rivoltato interamente al Po, è notorio, che l' alveo di questo a Lago scuro, s'è considerabilmente allargato, e lo dimostrano le ruine di qualche fabbrica, e l'esistenza de' due froldi uno a destra, e l'altro a sinistra nella medesima dirittura. Il profondamento egualmente si manifesta dal confronto degli scandagli fatti nella visita di Monsignor Corsini con quelli fatti nella presente, Sommario num. 19. e da quanto s'è dimostrato di sopra rispetto al ramo d' Ariano. Nè leggiero argomento del profondamento dell' alveo si è il vedere, che le massime escrescenze, ne' tempi presenti non si elevano più tanto, come facevano ne' più antichi. Al tempo dell' Aleotti si alzavano le piene sopra il pelo basso piedi 20. $\frac{1}{2}$ di Ferrara, che sono di Bologna piedi 21. once 3., e l' ultima veduta dall' Eminenze Vostre, che pure per confessione di tutti è stata una delle maggiori, non s'è elevata, che piedi 18. sopra la soglia della Chiavica Pilastrese, e sopra il pelo ordinario piedi 1., Anzi se il segno mostrato all' Eminenze Vostre nel muro dell' ala destra della Chiavica Pilastrese, fu fatto, come s'asserisce, per determinare l' altezza d' una delle piene passate, essendo l' ultima restata sotto detto segno piedi 1. once 7. manifestamente si conosce quanto sempre più s' abbassano l' escrescenze, effetto del maggiore allargamento, e profondità dell' alveo.

Ciò è tanto conosciuto da' medesimi Signori Ferraresi, che in vece di elevare gli argini come porterebbe l'elevazione asserita del fondo, piuttosto gli lasciano logorare dal calpestio, trovandosi in questi tempi molto più bassi, che negli andati, come apparisce da' calcoli, e confronti, che si danno in Sommario num. 20. ed in oltre si vedono molte soglie di Chiaviche piu alte del pelo basso del Po, che secondo le buone regole avrebbero dovuto farsi inferiori al medesimo, e di fatto nel fare la chiavica nuova alla Massa, è stata tenuta la di lei soglia molto più bassa, che non è quella della vecchia, e lo stesso fu praticato alla Pilastrese, la moderna soglia della quale si confessa nella visita Corsini più bassa dell' antica once 19.

Ora se l' abbassamento delle soglie arguisce abbassamento del pelo basso, e questo va accompagnato dal profondamento dell' alveo, bisognerà fare una necessaria conseguenza, che il fondo del Po continuamente si va arando, non già alzando, come da' Signori Ferraresi viene supposto, e si pretende di provare col mezzo de' Bonelli, che si vanno accrescendo, degl' interrimenti delle chiaviche, e della protrazione della linea, argomenti frivoli, e facili da ritorcersi provando il contrario, sul fondamento, che i Bonelli si corrodono nella parte superiore, che quello della Guardia omai si ritrova ridotto al niente, che li froldi continuamente s' avanzano, e fanno maggiori, dal che si dedurrebbe, che il Po si escavasse, e rispetto alla asserita protrazione della linea, quanto sia ella abbreviata, dopo l' abbandono del Ramo delle fornaci, basta vedere una pianta per diffinirlo; ma questi argomenti nulla rilievano per l' una, o l'altra delle opinioni, perchè l' allungamento della linea non si attende ne' canali, che camminano a forza di proprio peso, e senza sensibile declivio, quale è l' alveo del Po dalla Stellata al mare; e le corrosioni, deposizioni, e mutazioni di corso ne' fiumi, sono cose altrettanto universali, che accidentali, e perciò niente influiscono nell' alzamento, ed abbassamento del fondo. Per altro poi manifestamente apparisce, che gl' interrimenti delle chiaviche non sono mezzo adattato per provare, che siano per farsene de' simili nel fondo del Po, essendo troppo facile il rispondere, che non sono pari gli effetti dell' acque correnti, e stagnanti.

§. 12. Si

§. 12. Si è dimoſtrata fin' ora *la neceſſità, giuſtizia, poſſibilità, ed innocenza* della noſtra propoſta, reſta ora da fare apparire la certezza de' benefizj, che ſe ne pretendono. Per lo che fare, pare a noi neceſſario di ſecondare l'andamento dell' acque del Reno, ſommariamente deſcrivendo i danni, che cagiona per tutto il tratto del ſuo corſo; e ſenza ſtare a conſiderare, che il prolungamento della di lui linea dentro le Valli S. Martina di Cognola, di Malalbergo, e di Marara, ſeguito dall' anno 1604. ſino al corrente 1693 ha fatto alzare il di lui fondo molti piedi Sommario n. 21. e che di nuovo ſi ſcaverebbe introducendoſi nel Po, come appariſce da' profili dati in Sommario num. . . . ſi avanza a vederne gli effetti da Gallino in giù. Quivi ſubito da una parte ſi trova la ripa ſiniſtra diſarmata d' argini, e perciò nelle piene ſi verſa gran copia d' acqua per una infinità di riazzi, anzi per un continuo ſvalleggiamento di più miglia nelle Valli del Poggio, ed anneſſe, dal che ne ſegue l' inondazione de' terreni ſituati tra Reno, ed il Canale Naviglio, per non avere eſſe Valli altro eſito, che quello della navigazione preſente, in larghezza di ſoli 20. piedi, e dalla parte ſiniſtra ſi trovano molti froldi a Cavaliere della Città, e Fortezza di Ferrara, de' quali tanto ſi teme per i danni, che ne poſſono ſeguire, e pel diſpendio continuo in difenderli. Tali danni al certo non ſi negherà intieramente levarſi colla diverſione del Reno. Arrivando poi alla Lama delle Bilacque, e ſiti adiacenti ſi trova la navigazione da Bologna, e Ferrara interſecata, ed impedita a ſegno di non poterſi più in alcuna maniera rimettere, ſenza levare la cauſa del di lei interrompimento, ed immediatamente l' interſecamento, ed interrimento del Condotto Lorgana, dal quale ne naſcono tanti danni, a' quali ſono ſoggetti i terreni tra la Savena, ed il Canale Naviglio; ed all' uno, e l' altro egli è evidentiſſimo, che reſterebbe intieramente rimediato voltando 'l Reno al Po Grande. Sotto la ſteſſa ragione cadono tutti i terreni Ferrareſi di quà dal Po di Primaro, da Vigarano ſino alle Cacupate, oltre il renderſi capaci di cultura tanti boſchi, e tante valli di poco fondo adiacenti al corſo preſente del Reno.

I diſordini dell'alveo di Savena provengono dal doſſo del Penna, che ha di caduta ſul pelo alto di Primaro piedi 8. 3. 8. Sommario num. 22., e della quale, conſiderata quella, che ha ſul fondo del medeſimo, queſto fiume non gode di ſorte alcuna, reſtando perciò elevato di fondo ſopra il piano delle campagne piedi 8. 9. 3. Sommario num. 23. onde levati, che fuſſero gl' impedimenti, tanto baſterebbe per rimediare al danno di quei contorni.

E' giuſtificato nella viſita Sommario num. 24., che il gurgito dell' acque del Reno ſi eſtende correndo all' insù per la Zennetta, Zena, o Fiumicello nelle valli di Diolo, e ſino nelle larghe di Bagnara, e queſto ceſſerebbe con la mancanza dell' acque di eſſo.

Le Valli di Marmorta bevono abbondantemente l' acque del Po di Primaro nelle piene di eſſo fatte dal Reno, e da Savena, Sommario num. 25. è quando non vi foſſero le prime, alle quali le ſeconde non hanno ſenſibile proporzione, ſi conſideri di quanto ſi diminuirebbero le Paveſane di Marmorta, e perciò quanto renderebbeſi felice l' eſito alli ſcoli, che vi mettono dentro, e quanti terreni per tal cagione ſi ſcoprirebbero ora inondati, quanti ſe ne ſanerebbero ora ammalati per lo deterioramento degli ſcoli! Quanto timore ſi leverebbe agl' Intereſſati nel Poleſine di S. Giorgio, liberandoli dalle ſorgive, che ſi renderebbero molto minori, a cagione del minore alzamento, e più breve durata dell' eſcreſcenze del Po di Primaro. Le ſteſſe conſiderazioni s' adattano alle valli di Buon' acquiſto di Ravenna,

e del Paſſetto, le quali liberate che foſſero dalla ſoggezione preſente di ricevere l' eſpanſioni del Po d' Argenta, parte ſi ridurrebbero ad ogni più perfetta cultura, e parte ſi renderebbero maggiormente capaci di ricettare li ſcoli di tutta la Romagnola, e di parte del Ravegnano. Conſiderabile ſarebbe l' utile della Città, e Valli di Comacchio, poichè l' arginature a ſiniſtra del Po medeſimo reſterebbero ſcariche dal grave peſo dell' acque, ſotto il quale con tanto pericolo, e sì lungamente gemono di preſente.

Per altro non è nè deſiderabile, nè fattibile aſciugare tutte le Valli, non il primo, perchè queſte ſervono in vece di picciolo mare per dare un temporaneo ricetto alli ſcoli durando le piene de' fiumi; e non il ſecondo per la poca caduta, che hanno al mare in proporzione della diſtanza, e di fatto li Signori Romagnoli, che intendon bene il proprio intereſſe, non ſi curano di bonificare i reſidui, non oſtante abbiano deſiderato tal bonificazione per lo paſſato, e perchè ora ſufficientemente l' hanno ottenuta, hanno ſolo in animo di liberarſi dall' eſpanſioni, che troppo, e fuori d' ogni ragione li tormentano, come appariſce da' loro Memoriali preſentati alle EE. V V., e regiſtrati nella viſita a C.

Da ciò appariſce con quanta ſicurezza d' eſito felice foſſe per farſi la rimozione del Reno dalle Valli, che da noi con ogni maggior fermezza ſi crede non eſſere durabile, che con l' introduzione del Reno nel Po di Lombardia, per le ragioni addotte, e da addurſi ſecondo le congiunture; e che la bonificazione, che ſe ne ſpera ſia per riuſcire a proporzione del biſogno, ſecondo anche il ſentimento dell' iſteſſo Aleotti, che tanto diſſe, ed operò in benefizio del Territorio di Ferrara ſua Patria.

Si conchiude, che l' introduzione del Po di Lombardia nel Ramo di Ferrara, quando ſia poſſibile a farſi, non s' impediſce nè difficultà con le noſtre propoſizioni, particolarmente quando doveſſe cominciarſi incontro il Bonello di Ravalle, a tenore del ſentimento dell' Aleotti, come il meno difficultoſo in tal propoſito, anzi piuttoſto ſi faciliterebbono, ſe foſſe vera alcuna delle propoſizioni aſſerite nella Scrittura de' Signori Ferrareſi, delle quali non vogliamo ſervirci, ſapendo bene che gli argomenti *ad hominem* non vincono la natura. Ci diſpiace bene, che i medeſimi Signori Ferrareſi ſi dolgano, che le noſtre propoſizioni condannino eſſi ſoli a patire, quaſi che queſto ſia l' oggetto de' noſtri penſieri, e non piuttoſto il benefizio comune, che tanto ci ſta nell' animo; e quando la natura, e la giuſtizia lo richedeſſero, non devono eſſi eſſere così poco affezionati al bene degli altri, che li deſiderino egualmente legati da quelle ſoggezioni, che in tal caſo non ſarebbero che proprie della natura del ſito.

All'

SCRITTURA

DI DOMENICO GUGLIELMINI

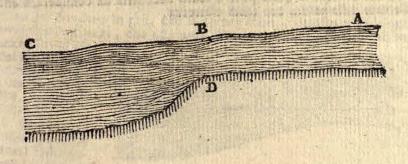
Sopra l' articolo primo.

Con qual metodo si debbano delineare le linee cadenti alle nuove inalveazioni ec.

Si risponde da' Bolognesi doversi praticare in ciò lo stesso metodo, che osserva la natura in formare, o stabilire il fondo a' fiumi.

Primo, egli è certo, che gli alvei de' fiumi hanno una certa pendenza, la quale tanto è loro propria, che perdendola, immediatamente la racquistano, colla deposizione della materia arenosa, e limosa nel fondo, ed acquistandosene, o dandosegliene di vantaggio, ben presto lasciano il superfluo coll' escavazione del fondo nelle parti superiori.

Secondo, tal pendenza non è la stessa in tutti i fiumi, ma più grande in quelli, che hanno meno acqua, e minore in quelli, che ne hanno più; così il Po ha poche once di pendenza per miglio; più assai ne ha il Reno, ed anco più ne ha la Savena, e i piccoli Canaletti de' mulini, ne richiedono tanta, che non possono mantenersi, se non con escavazioni continue.

Terzo, quando i fiumi hanno l' ingresso nel mare, o in altro fiume reale spianano la propria superficie su quella del mare, o fiume recipiente v. gr.

Sia A B il pelo d'un fiume, che sbocchi in Po, di cui sia B C la superficie, egli è certo, che il pelo del fiume A B va ad unirsi con quello del fiume recipiente B C, in maniera che nel punto B dell' unione, tutta la profondità del fiume influente, come B D, bisogna necessariamente, che resti sotto la superficie dell'acqua B C.

Su queste tre osservazioni si appoggia il modo ricercato di delineare le linee

linee cadenti; poichè prima bisogna stabilire l'orizzonte alla superficie B C in sito il più basso, che sia mai possibile, v. gr. la somma bassezza del Po, e del mare, e la ragione è manifesta, perchè si danno tali casi, ne' quali il fiume che entra può correre grosso, in tempo, che l'acqua, che riceve sia bassissima.

Sotto il pelo basso di questo si dee dare tanta profondità al fiume influente A B v. gr. B D, quanta esso richiede per spingere l'acque proprie nell'altro.

Si dee dipoi accertare la pendenza del fiume, che si vuole inalveare, e questo in sito dove il fiume non riceva più nuova acqua, ma abbia tutta quella, che dee portare da lì in giù; ed avutane la misura giusta, dal punto D stabilito, si dee tirare una linea all'insù, che abbia tanto di pendenza, quanto l'osservazione ha mostrato esser necessaria al fiume di cui si tratta.

Ciò fatto, si dice, che questa sarà la cadente ricercata; perchè se ne fosse fatto un altra, che avesse maggior pendenza, certo è per la prima osservazione, che il fondo maggiore si scaverebbe, e se l'avesse minore s'eleverebbe, non avendola adunque nè maggiore nè minore di quello, che bisogna, come che dedotta dall'osservazione del fiume istesso, resterà nello stato, che se li darà, senza elevarsi, o profondarsi; adunque il fondo della nuova inalveazione si disporrà secondo la situazione di tal linea, che si chiama da' Periti cadente del fondo del fiume; e restando essa sopra il piano di campagna in un profilo di livellazione ben fatta, anche il fondo del fiume sarà lo stesso in fatto, siccome resterà sotto il piano della medesima ogni volta, che la cadente del profilo in tal maniera lo mostri.

Dal detto si arguisce, che il termine certo delle cadenti, è nella parte inferiore, e nello sbocco del fiume, restando il termine superiore incerto, come quello che nasce dall'intersecazione delle diverse cadenti di maggior pendenza, che s'incontrano nelle parti superiori, siasi o per diminuzione di corpo d'acqua, o per condizione di materia più grossa portata dal fiume, e perciò essere erroneo qualunque metodo riceva due termini fissi da connettersi con una linea retta, comecchè perciò fare non si ha alcuna riflessione alla caduta, la quale pure è tanto necessaria da considerarsi essendo osservata dalla natura con tanta esattezza.

SCRIT-

SCRITTURA

De' Bolognesi sopra il foglio esibito da Signori Ferraresi circa li punti Terzo, Quarto, e Quinto, che sono.

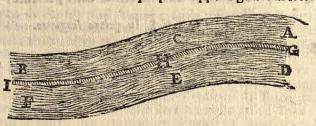
I. L' unione di Reno con Panaro.
II. Lo sbocco, e danni, che ne possono provenire.
III. Se il Panaro dopo la sua introduzione abbia scavato.

Al §. In primo luogo ec.

S' Avverte, che non contiene cosa concernente alcuno de' tre punti; ma al primo de' proposti di già esaminato, ed in parte ad altri non ancora discussi.

Al §. In secondo luogo ec.

L' unione dell' acqua del Reno con quella del Panaro non farà l' effetto nell' elevazione dell' acqua, bensì nel profondamento, ed allargamento dell' alveo; poichè dovendo l' una, e l' altra spianarsi sul pelo della piena del Po, e dovendo quanto maggiore è il corpo d' acqua, essere tanto minore la caduta, non solo del fondo, ma della superficie medesima, ne segue che se si lasciasse l' opera alla natura medesima, ben presto si proporzionerebbe l' alveo in larghezza, e profondità tale, da non provare il temuto alzamento, ma ciò non si vuol fare, anzi si pensa allargare tanto l' alveo di Panaro dal Bondeno in giù, che la natura abbia piuttosto a restringerlo per soverchia larghezza, che ad elevarsi l'acqua per troppo angustia di letto.

Si concepiscano gli alvei del Reno, e Panaro camminare disuniti, ma vicini uno all' altro, a paralleli nelli andamenti v. gr. A C B sia Panaro; D E F Reno, l'uno, ha larghezza sufficiente a portare le proprie acque, e che siano divisi v. gr. con un argine, come G H I, e suppongasi, che l' uno, e l' altro siano nelle proprie piene; certa cosa è, che essendo di pendenza uguale, come costa dalle livellazioni, caderanno sul pelo del Po, qualunque sia, con ugual pendenza, e per conseguenza con elevazione di pelo eguale, e se vi dovrà essere qualche differenza, sarà minore quella del Reno, di quella di Panaro, per essere maggiore di corpo.

Intendasi ora levato di mezzo l'argine G H I in maniera, che l' uno, e l' altro diventino un sol fiume, certa cosa è, che non perciò l'acqua si eleverà, ma piuttosto si abbasserà, se non per altro, per essergli levate le resistenze laterali dell' argine G H I, e ridurrassi in G H I il filone dell' acqua, che prima era in A C B, ed in D E F; e come più lontano dalle resistenze delle ripe si farà più veloce, e profonderà più l'alveo di quello prima potessero fare i filoni A C B, D E F; profondato l' alveo, si abbasserà il pelo necessariamente, e perchè la larghezza in tal caso viene ad essere maggiore del bisogno, comecchè proporzionata a due fiumi con duplicate resistenze, e di profondità minore, quindi rallentandosi il moto alle sponde, vi seguiranno deposizioni, ed alluvioni, che s' avanzeranno verso il mezzo, sin tanto, che trovino nell' acqua il moto tanto gagliardo, che ne impedisca prosecuzione; e questo sarà il termine del necessario ristringimento, e facendosi nell' atto del ristringimento sempre maggiore la profondità, finalmente cessando il ristringimento cesserà altresì il profondamento, ed allora sarà reso l' alveo proporzionato all' acque proprie. Da ciò evidentemente si deduce prima; che i fiumi quando s' uniscano nelle piene, s' abbassano di pelo, non si elevano, trovando l' alveo proporzionato; secondo, che escavano il fondo proprio; e terzo, che non hanno bisogno di larghezza uguale all' uno, e l' altro de' fiumi confluenti, bastando essa molto minore.

Se si dubitasse della verità di questa proposizione si consulti l' esperienza, e l' osservazione de' fiumi in casi simili, e se ne avranno sempre uniformi i riscontri.

Cessando perciò l' alzamento dell' acqua, ed in Panaro, ed in Reno, cessa altresì del pari la necessità di elevare gli argini di questo, e conseguentemente il pericolo delle rotte, che se ne deduce.

Al §. In terzo luogo ec.

Spettando questo §. Al punto da esaminarsi, *Se gli argini della nuova linea siano soggetti a prossimo pericolo di rotte*, si differisce a quel tempo la risposta.

Al §. In quarto luogo ec.

Questa pure contiene materia aliena dalla presente, e però si lascia.

Al §. In quinto luogo ec.

Si ripete lo stesso.

Cir-

Circa il secondo punto cioè.

Dello sbocco. e danni, che ne possono provenire.

Al §. In primo luogo ec.

NON concerne a questo punto, ma perchè ha relazione all'antecedente si dice, che introdotto il Reno in Panaro, non solo non deteriorerà lo stato delle chiaviche di Burana, S. Bianca, Cantagallo ec., ma le megliorerà per lo maggiore abbassamento di fondo, che vi cagionerà. Se valesse l'argomento di questo §, cioè *si tratta di aggiungere l'acqua del Reno al Panaro, adunque lo stato delle Chiaviche, che scolano in questo ultimo, si renderà più infelice, che ora è*, valerebbe a fortiori anco questo altro: *si trattava già di tirare l'acqua del Po Grande nell'alveo di Ferrara, ed unirla a quella di Panaro; adunque, se ciò si fusse eseguito, si sarebbe non deteriorato, ma perduto affatto l'uso delle chiaviche, che sono sulle ripe di Panaro, e del Po di Ferrara.* e pure tale introduzione si meditava, non solo per benefizio della navigazione; ma molto più per restituire lo scolo a tante terre, che l'aveano perduto. Leggasi la relazione del Padre Spernazzati, e deducasi, se la nostra sopra allegata dimostrazione concorda col fatto, e col sentimento de' medesimi Signori Ferraresi.

Al §. Secondariamente ec.

Le rotte, che succedono negli argini per essere troppo bassi sono colpa di chi ne dovrebbe aver cura; ma quanto sono questi tanto alti, che bastino a contenere l'altezza delle piene di Panaro, molto più basteranno per contenere quelle di Panaro, e Reno unite alle ragioni di sopra addotte, e colle operazioni necessarie da farsi.

Al §. In terzo luogo ec.

Si niega, che l'alveo di Panaro siasi interrito dalla visita Corsini fino al giorno presente, e s'è manifestamente provato il contrario, con osservazioni immediate, e calcoli, nella nostra risposta a questo punto al §. Quinto si conviene dal confronto ec. onde si stima necessario rispondere agli argomenti equivoci, che si adducon per mostrarlo. Vacillando però la verità del supposto non può star ferma la conseguenza, che su quella s'appoggia, cioè, che dovessero crescere gl' interrimenti per l' unione di Reno tanto più torbido; considerazione, che non ha che fare in questo caso, dove con accrescere della torbida si rende tanto maggiore la velocità, nemica capitale delle deposizioni.

Al §. In Quarto luogo ec.

Il regurgito del Reno per l'alveo di Panaro di sopra dell'introduzione farebbe lo stesso effetto, che quello del Po nel medesimo dalla Stellata al Bondeno ec. se il regurgito di Po sospendendo, e ritardando il moto a Pana-

naro gl'interrifce l'alveo, fuccederà lo ſteſſo di quello di Reno; e ſe ſeguendo qualche depoſizione allo ſcemarſi, che fanno i regurgiti, eſſa di nuovo ſi abrade dal fondo, che in tal maniera ritorna nel ſuo pristino ſtato, il medeſimo per appunto ſarà nelle piene del Reno. Generalmente però in tutti i fiumi confluenti, il primo, che viene, rigurgita all' indietro per l'alveo del ſecondo; ma perchè trova l'alveo maggiore del ſuo biſogno, reſta più baſſo di ſuperficie, dilatandoſi l'acqua in larghezza. Sopraggiugnendo poi la piena dell'altro, ſi eleva all'altezza, che è propria all'eſcreſcenze unite, la quale come maggiore di quella del primo, mette in moto l'acqua del regurgito, e con eſſa s'incammina al ſuo termine, levando gl' interrimenti, ſe ne ſono ſtati fatti nell'alveo proprio; effetto, che molto più ſuccede al ceſſare della piena prima arrivata, ſeguitando anche la ſeconda. Ciò ſi vede in tutte le confluenze de' fiumi ſtabiliti; o ſenza andar molto lontano, in quella di Panaro col cavamento di Foſcaglia; di Reno colla Samoggia; di queſta col Lavino; del Sillaro con la Saluſtra; del Reno col Montone, di queſto colla Coſna ec. ed abbenchè queſto ſia un piccolo rigagnoletto in proporzione del ſuo recipiente, non ſi laſcia però interrire da' regurgiti l' alveo proprio. Si obliterebbero gl' alvei tutti de' fiumi, ſe ſuccedeſſero interrimenti per la ſuppoſta cagione.

Riſpetto poi alli sbocchi, e della nuova linea nel Po di Ferrara, e di queſto in Panaro, quando ſi vedeſſe, che li diſegnati non riuſciſſero bene, in fatti ſi potranno aggiuſtare, obliquando, ed incurvando le linee nel loro termine, ſecondo i biſogni.

Al §. In quinto luogo ec.

Quì troviamo un argomento *ad hominem*, che ha premeſſa una delle noſtre propoſizioni del primo foglio delli 17. Luglio, e per conſeguenza una Iliade di mali, che non mai la maggiore. La noſtra propoſizione è, *che i fiumi maggiori di corpo d' acqua abbiſognano di minore pendenza, o come vogliono* i Signori Ferrareſi *cadenza*, o per meglio dire *pendio;* la conſeguenza poi, che ſe ne fa è: *adunque unito il Reno a Panaro, perchè formerà corpo d' acqua aſſai maggiore, non avrà biſogno di tanta caduta* (ſin quì concediamo) *dunque s' eleverà la cadente, e però interrirà il ſuo fondo nella parte inferiore all' unione, danno, che ne partorirà molti altri ec.*

Se ſi foſſe avvertito, ciò che da noi fu ſoggiunto nel foglio citato al §. *Sotto il pelo baſſo ec.* ed al §. *Si dee poi accertare ec.* e ſpecialmente alle parole *dal punto B. ſtabilito ſi dee tirare una linea all' in sù, che abbia tanto di pendenza (o più propriamente acclività) quanto l' oſſervazione ha moſtrato eſſere neceſſaria al fiume di cui ſi tratta ec.* ſi ſarebbe concluſo tutto il contrario, perchè unendo maggior corpo d' acqua lo sbocco in Po ſi farà molto più profondo, di quello che ora è; dovendo per tanto da un punto più baſſo cominciare a formarſi la cadente, e con minor pendio, o acclività di prima dovrà eſſa reſtare molto più profonda, che antecedentemente non era, e non molto più alta, come contro di noi ſi vorrebbe concludere. Levataſi per tanto di mezzo la verità del conſeguente, ceſſa l' occaſione d' inferirne il danno ſuppoſto, *che ne partorirà molti altri augumentando ſempre più ec.* con quello, che ſegue.

Cir-

Circa il terzo punto.

Al § Se il Panaro ec.

IL tendere dello sbocco di Panaro più a ſeconda, che contr'acqua, è una comparazione, che non toglie i mali effetti, i quali partoriſce uno sbocco mal regolato, e li quali tanto dureranno quanto ſi tarderà a dargliene un buono poſitivamente, come abbiamo dimoſtrato nella noſtra riſpoſta al primo de' punti propoſtici.

Se poi ſia ſtato bene, o male il voltargli lo sbocco a ſiniſtra noi non entriamo a definirlo; crediamo ſolo, che non vaglia l'argomento: *Il Panaro sboccando nel Po contr' acqua fa de' danni gravi, adunque voltandolo a ſeconda aprirà una voragine;* perchè più ragionevolmente ſi dovrebbe concludere al contrario; *adunque dandoli un buono sbocco a ſeconda ceſſeranno i danni.*

Al §. Seguendo poi ec.

Se ſi ſtima orrore il veder correre Panaro contro il filone del Po, perchè mai ſpendere cinque mila ſcudi per eſſere ſpettatori di queſta tragedia?

Al §. S'aggiungono, ec. ed al §. Suſſeguiſcono.

Si riſponderà quando ſi tratterà della materia che contengono

SCRIT-

SCRITTURA

De' Bologneſi ſopra alli tre Articoli propoſti.

I. L'unione di Reno con Panaro, e rifleſſioni, che poſſono cadere per quel tratto.
II. Lo sbocco, e danni, che poſſono provenire dal medeſimo.
III. Se Panaro dopo la ſua introduzione in Po, abbia ſcavato, o riempito il proprio alveo, e quali effetti da tale introduzione ſiano ſeguiti.

AL primo Articolo ſi riſponde prima, che l'unione del Reno non può partorire effetto veruno pregiudiciale per diverſi capi.

Prima perchè s'uniſcono tanti altri fiumi aſſieme, e non per queſto reſtano di correre, o inalveati, o rinchiuſi fra' ſuoi argini, ſenza pericolo d' inondazioni, o di rotte, particolarmente quando li sbocchi ſono a ſeconda delle correnti. Li fiumi Ronco, e Montone correvano in mare ſeparati uno dall'altro; e nel tempo che la Sereniſſima Repubblica di Venezia era padrona di Ravenna furono uniti aſſieme per fortezza della Città. Or dicaſi che danno ne ſia proceduto?

Secondo perchè in conformità delle oſſervazioni fatte dalli abitatori del Bondeno, la piena del Reno precede ſempre di ſei in ſette ore quella del Panaro, e perciò la prima ſarebbe ordinariamente ceſſata nel ſopravvenire della ſeconda.

Terzo perchè potrebbe proporzionarſi la larghezza dell'alveo in maniera, che foſſe capace dell'acque unite dell'uno, e dell'altro; maſſime, che la diſtanza degli argini deſtro, e ſiniſtro, alle volte regolata dal corſo di tutto il Po, non laſcia timore veruno d'avere a ritirare indietro gl' iſteſſi, particolarmente ſe ſi faceſſe il taglio propoſto, che viene ad eſſere delineato nel bel mezzo, fra l'uno, e l'altro degli argini.

Si riſponde in ſecondo luogo, che ridonderebbe in gran vantaggio per molte ragioni.

Prima l' unione de' due fiumi farebbe profondar l'alveo preſente, anche di ſopra dall'unione, come generalmente s' oſſerva in caſi ſimili; perciò le Chiaviche di Burana, e S. Bianca acquiſterebbono di caduta ſul fondo di Panaro.

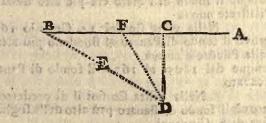
Secondo s'aprirebbe maggiore, e più profondo lo sbocco nel Po, e perciò quando veniſſe una ſola piena ſi ſcaricherebbe con maggior felicità, nè ſi alzerebbe tanto, come adeſſo nelle parti ſuperiori atteſa la maggior larghezza, e profondità dell' alveo, e dello sbocco.

Terzo con li tagli propoſti ſi leverebbero diverſi froldi, che ora mettono in pericolo gli argini, ed in timore il Poleſine, e Città di Ferrara, e con la brevità, e rettitudine della linea ſi darebbe miglior corſo, ed eſito più felice alle piene.

Quarto s'avrebbe più felice la navigazione tanto per Panaro verſo Moda-

dana, quanto per Reno verso Bologna, almeno fino a Cento, con utile manifesto di questa terra.

Quinto con l' altro taglio proposto dal Signor Cardinale Capponi non solo si migliorerebbe lo sbocco a Panaro, ma si ridurrebbe il Bondeno in buono stato di difesa.

Al secondo Articolo proposto si sodisfà col dire, che generalmente tutti i fiumi influenti acciò abbiano felicità di corso in se stessi, e non impediscano quello del recipiente, debbono avere lo sbocco quanto più si possa a seconda della corrente di questo, e la ragione si è, che i moti tanto meno s' impediscano l' un l' altro, quanto minore è l' angolo, che fanno le loro direzioni, ed esercitandosi i moti tutti verso quella parte, dove minori si fanno, o trovano le resistenze, s' equilibrano queste colle forze in tutte l' altre parti; ed allora si mantiene la direzione immutabile; v. gr. se il Po corre da A in B, ed il Panaro v' entri dentro in C colla direzione D C, diciamo che non potrà mantenerla ogni volta, che dentro l' angolo D C B vi sia una sponda possibile a corrodersi. Posciachè la forza A C incontrando la D C ad angolo retto, obbligherà sempre la D C a mutare direzione, che sempre inclinerà alla parte B, più o meno secondo la proporzione della forza A C alla D C; e se la resistenza della sponda D C B sarà minore della forza colla quale D C è rivoltata all' ingiù, dovrà essa cedere, e dirupare la ripa, e per conseguenza ridursi la corrente di Panaro in D F, la quale incontrando la A C ovvero A F con angolo minore di prima, conseguentemente viene a sminuirsi la potenza di A F, ed accostarsi più all' equilibrio colla resistenza della sponda D F B, e perchè col rendersi sempre minore l' angolo, cala la forza, e la resistenza sempre resta la stessa, verrà una volta a pareggiarsi questa con quella, come in D E B, ed allora resistendo tanto la tenacità del terreno, quanto opera la forza dell' acqua per diruparlo, cesserà ogni sconcerto, e corrosione nello sbocco.

S' accorda questa dimostrazione con quello, che s' osserva in tutti i fiumi, che hanno l' ingresso in altri, ed al sentimento universale di tutti gli Architetti dell' acqua.

E da esso si conchiude, che Panaro durerà a corrodere le ripe del proprio sbocco fin tanto che se lo sarà aggiustato, e che molto meglio sarebbe in vece d' ostinarsi a voler sostenere la Coronella Riminalda, d' accomodare al detto fiume lo sbocco ec. come s' è detto nella nostra ultima Scrittura, e come abbiamo motivato nella proposta della quarta linea, circa la quale cade ora il principal discorso.

Il terzo Articolo si risolve distinguendo. Perchè o si parla di Panaro prima, che proporzionasse l' alveo del Po di Ferrara dal Bondeno alla Stellata, al corpo dell' acque proprie, e si concede esser seguito, ed alzamento di fondo, e ristringimento d' alveo, non solo perchè si sa, ciò esser seguito, ma anco perchè ciò è corrente alla natura de' fiumi torbidi, ma ciò stante non si può dire, che abbia interrito l' alveo proprio, bensì che interrendo quello di Ferrara se lo ha proporzionato senza avanzarsi in tal funzio-

zione un pelo di più, di quello portava la misura dell'acque proprie.

O pure s'intende l'articolo dopo seguito tal proporzionamento d'alveo, e si risponde non esser seguita veruna sensibile alterazione nell'alveo di Panaro, e ciò si prova.

Prima perchè non s' ha alcuno indizio di tale elevazione di fondo.

Secondo perchè a tenore della natura de' fiumi stabiliti quale è Panaro, ciò non può nè dee succedere, perchè supposto lo stabilimento non si trova causa veruna, che possa partorire tale effetto

Terzo si convince dal confronto delle misure prese nelle visite Gaetana, Corsini, Borromea, e presente.

Nella visita Gaetana il dì 21. Settembre 1605. si ha il fondo di Panaro al Bondeno più alto della soglia della Pilastrese	piedi	4.	7.	6.
La soglia della Pilastrese vecchia era più alto della nuova	piedi	1.	7.	0.
Adunque il fondo di Panaro era più alto della soglia della Pilastrese nuova	piedi	6.	2.	6.
Nella visita Corsini 14. Gennaio 1625.				
Si trovò il fondo di Panaro al Bondeno più alta nella soglia della Pilastrese nuova	piedi	5	9.	6.
Adunque dal 1605. al 1625. il fondo di Panaro si sarebbe escavato	piedi	0.	3.	0.
Nella visita Corsini il dì predetto.				
Si trovò il fondo di Panaro più alto della soglia della Chiavica di S. Giovanni	piedi	0.	5.	0.
Nella visita Borromea 28. Ottobre 1658.				
Si trovò il fondo di Panaro più basso della soglia di S. Giovanni	piedi	0.	2.	0.
Dunque dal 1625. al 1658. si sarebbe abbassato il fondo di Panaro	piedi	0.	7.	0.
In altro luogo di questa visita 29. ottobre 1658. si trova il fondo di Panaro più alto della soglia di S. Giovanni	piedi	1.	3.	6.
Dunque il detto fondo si sarebbe alzato	piedi	0.	10.	6.
Nella visita ultima li 11. Maggio 1693.				
S'è trovato il fondo di Panaro più alto della soglia di S. Giovanni	piedi	0.	8.	0.
Paragonando questo fondo colla prima misura della visita Borromea si sarebbe elevato il fondo	piedi	0.	10.	0.
E paragonandolo colla seconda si sarebbe scavato	piedi	0.	7.	6.
Dalla Relazione, e visita di Monsignor Corsini 3. Aprile 1625. si ha, che il fondo di Panaro era più basso del fondo del Cavo Serra	piedi	5.	0.	0.
Dalla visita presente 12 Febbraio 1693. si ha in detto luogo il fondo del primo più basso del secondo in misura di Ferrara	piedi	7.	0.	7.
Dunque il fondo di Panaro del 1625. al 1693. si sarebbe profondato	piedi	2.	0.	0.

Dalli quali alzamenti, ed abbassamenti che derivano da' dossi, e gorghi, ne' quali sono state prese le misure evidentemente apparisce, che il fondo di Panaro non ha patito in tutto questo secolo alterazione veruna essenziale, ma solo qualche variazione accidentale, della quale non si può dar regola veruna.

Mol-

Molti altri ſimili riſcontri ſi potrebbero addurre in prova di queſta verità; ma baſtando gli addotti ſi tralaſciano con animo di farlo ad ogni ſemplice cenno.

SCRITTURA

De' Bologneſi circa la replica de' Ferrareſi alla loro riſpoſta agli Articoli Terzo, Quarto, e Quinto.

Al §. Al primo capo ec. SI deſidererebbe ſapere la diſparità tra 'l Reno, Panaro, e gli altri fiumi, per vedere ſe fa a propoſito della preſente materia, e lo ſteſſo ſi replica in ordine all' ingreſſo in Po Grande.

Al §. Circa poi ec. La rotta ſeguita nel Montone l' anno 1636. ec. come mai ſi prova eſſere proceduta dall' unione di queſto col Ronco? Vi ſono altre cauſe delle rotte de' fiumi, ſenza la ſuppoſta ora da' Signori Ferrareſi, come è noto ad ognuno.

Al §. Il Ronco ec. L' eſſere alto il fondo del Montone più di quello del Ronco, non procede dall'eſſer trattenute l'acque del primo, più di quelle del ſecondo, ma dalla regola generale più volte allegata da noi, cioè che i fiumi minori hanno biſogno di maggior caduta, che i fiumi più grandi, e concorda beniſſimo col fatto preſente, perchè ſi confeſſa, che il Ronco è di corpo d' acqua maggiore del Montone.

Al §. Perchè dunque ec. Si confeſſa, che l' iſteſſo fatto ſuccederà in Reno, e Panaro, uniti che foſſero aſſieme, cioè che il fondo di Reno in parità di condizioni, ſarà ſempre più baſſo del fondo di Panaro, ſe pure egli è vero, che queſto ſia minore di quello, ma s' aggiunge, che l' uno, e l' altro ſi ſcaverà più di quello foſſe per eſſere andando ciaſcuno ſeparatamente al Po.

Al §. Al ſecondo capo ec. la verità del fatto ſi rimette alle oſſervazioni; Certo è che da noi più d' una volta s' è udito dire da Bondeneſi, che il Reno viene colle ſue piene ſei ore prima di Panaro, e non abbiamo avuto difficoltà a creder loro, perchè il Padre Riccioli aſſeriſce la ſteſſa differenza nella Geografia riformata lib. 6. cap. 3. *Primo enim aqua perennis Panari copioſior eſt quam Rheni, ejuſque excreſcentiæ ſeu pleniſluvia vulgò* le piene, *citius perveniunt, & horis ſex circiter præveniunt Rheni pleniſluvia.* Per altro il dire, che Panaro venga prima di Reno, o queſto prima di Panaro non porta alcuna diverſità nella ſoſtanza.

Al §. Quanto al terzo capo ec. un alveo proporzionato a un corpo maggiore reſta tanto più capace d' un corpo minore; onde quando veniſſe un ſolo de' fiumi, ſuppoſto, che laſciaſſe anche qualche depoſizione nell' alveo comune, all' arrivare delle piene unite ſubito ſi ſgombrerebbe ogn' impedimento. S' oſſervino altre ſimili unioni, e gli effetti di eſſi ſi traſportino al caſo preſente.

Al §. Che il primo ec. Quando ſi addurranno le ragioni contrarie al detto da noi, non mancheremo d' applaudire, purchè ſiano coerenti al fatto, ed alla natura de' fiumi.

Al §. Si replica ec. Non intendiamo ciò, che ſi voglia inferire.

Al

Al §. Al terzo supposto ec. Se fosse vera la dottrina allegata non bisognerebbe mai far taglio veruno, e pure gli Autori gli approvano per rimedio reale delle corrosioni, e non si disapprova la pratica de' Signori Ferraresi, che l'anno passato ne fecero due in Panaro, ed altri in altri tempi, e ne hanno proposti con sommi encomi in altre occasioni. Rispetto allo sbocco di già abbiamo detto il nostro sentimento.

Al §. Alla quarta utilità ec. Se si scaveranno gli alvei di Panaro, e di Reno, per qual cagione non vi sarà maggior corpo d'acqua, e per conseguenza migliore la navigazione? Certo per Panaro si va verso Modona, e per Reno verso Cento, e noi non abbiamo mai detto, che sia per facilitarsi la navigazione di sopra dal Finale, nè che si debba aver per tutto, ed in tutti gli stati dell'acqua, ma solo, che si renderà migliore in paragone di tutti li stati.

Circa la replica sopra la materia del secondo articolo.

Al §. Ammettendo ec Senza recedere dal nostro sentimento in ordine allo sbocco di Panaro, ed alle applicazioni delle nostre ragioni al caso di esso in concreto, ma senza contrastare più oltre circa questa materia, diciamo, che se i Signori Ferraresi stimano utile, il portare la corrente di Panaro a rintuzzare quella del Po, a cagione de' vantaggi allegati, molto più la rintuzzerà l'acqua di Reno unita con quella di Panaro; e perciò più facilmente otterranno il loro intento dall'unione di questi due fiumi.

Circa la replica sopra la materia del terzo Articolo.

Non si stima necessario aggiungere cosa alcuna al di già detto, pretendendo noi d'avere sufficientemente provato con misure autentiche, dedotte dalle visite, non esser seguita veruna alterazione nel fondo di Panaro dall'anno 1625. sino al corrente 1693. che sia delle cause del proporzionamento dell'alveo, degli allargamenti, e ristringimenti del medesimo ec.

RI-

RISPOSTA

De' Bologneſi ſopra li punti Seſto, e Settimo della linea del Po Grande alla precedente Scrittura de' Ferrareſi.

Annotazioni de' Bologneſi ſopra il foglio eſibito da' Signori Ferrareſi circa li punti Seſto, e Settimo, che ſono.

I. Se gli argini della nuova linea ſaranno eſpoſti a proſſimo pericolo di rotte, o per le Piene del Reno, o per i regurgiti del Po.

II. Se le terre di Cento, Bondeno, e Stellata per la ſeparazione del rimanente del Ferrareſe reſteranno danniſicate.

Circa il primo.

Al §. All'articolo primo.

QUante volte è ſtato detto, e replicato da' Signori Ferrareſi, primo; che l' alveo della nuova linea ſia per riuſcire ſuperiore di fondo al piano delle Campagne, ſecondo, che ſiano per mancarvi le reſtare; terzo, che gli argini debbano eſſere dell' altezza elorbitante allegata; quarto che non ſi poſſa evitare la neceſſità di prendere la terra per formarli, o immediatamente ſotto il ſito di eſſi, o in gran diſtanza entro le campagne, altrettanto è ſtata negata da noi la ſuſſiſtenza di tali propoſizioni, e ſe n'è moſtrata la falſità colla delineazione della linea cadente ſopra i proffili fatti, ed anco coll' eſempio di Panaro ec.

Il pericolo poi delle topinare è remotiſſimo, e manifeſtandoſene alcuna negli argini, i Signori Ferrareſi ſon quelli, che n' inſegnano, e colla teorica, e colla pratica il rimedio, e tanto ſi farebbe quando ciò ſuccedeſſe negli argini della nuova linea.

Al §. Non può negarſi ec.

Suppoſto, che il Po grande camminaſſe per altra parte lontana dal Ferrareſe, e che ſi veniſſe in trattato d'inalvearlo con opera manufatta nel ſito dove ora corre dalla Stellata, fino al mare, molto più valevoli certo ſarebbono gli argomenti, e i ſoſpetti, e più credibili le iperboli, e le deſcrizioni di rotte, e di deſolazioni di Città, Fortezza ec. che ora ſono portate per impedire l' introduzione del Reno nel Po Grande. E pure la pratica moſtra,

che è poſſibile difendere anche con facilità, ma con la dovuta vigilanza la Città, e territorio di Ferrara da' pericoli, e danni che prima ſarebbero ſtati eſagerati per evidenti, ed irreparabili da opera umana. Lo ſteſſo, e tanto più ſarà nel caſo noſtro, nel quale non s' ha da contraſtare riſpetto al Po, che a' ſoli regurgiti che non hanno forza, e riſpetto al Reno, e Panaro alle loro piene di non molta altezza, e non baſtanti ad imprimere timore veruno nel cuore di chi ha avuto altre volte il coraggio di tentare il ritorno del Reno nel Panaro, e Po, che vale molto più del di lui ſolo regurgito ſino ſotto le mura di Ferrara, ſenza in quel caſo temere delle rotte, e delle ruine, che ora così ben ſi deſcrivono.

Circa il ſecondo Articolo.

Non ſi ha che aggiugnere concorrendo nel ſentimento de' Signori Ferrareſi, da riſervarne la cognizione al ſupremo intendimento dell' EE. VV., ed a quello, che può eſſere alle medeſime rappreſentato da perſone intendenti delle materie politiche, e militari.

RISPOSTA

De' Bologneſi alli Articoli Seſto, e Settimo.

VI. Se gli argini della nuova linea ſaranno eſpoſti a pericolo proſſimo di rotte, o per le piene, del Reno, o per li regurgiti del Po.

VII. Se le terre di Cento, Stellata, e Bondeno per la ſeparazione del rimanente del Ferrareſe reſteranno danniſicate.

CIrca al VI. articolo non ſi vede in primo luogo quale differenza poſſa concepirſi tra le arginature della nuova linea, e quello degli altri fiumi; onde ſe queſti non ſono eſpoſti a proſſimo pericolo di rotte, perchè lo avranno da eſſere quelle di Reno?

Secondo non oſta la novità degli argini, perchè quando ſiano fabbricati colle dovute maniere, e cautele, che vuol dire con cordolli baſſi, e con carri, e carrette, equivagliano alli vecchi, rendendoſi addenſata la terra al pari negli uni, e negli altri; e poi riſpetto alla quarta linea da noi propoſta, alla quale ci ſiamo riſtretti (ſenz'animo però d'abbandonare il penſiero dell'altre, quando in queſta ſi trovaſſe qualche particolar difficoltà, che foſſe creduta inſuperabile) non ha luogo, che in poca parte la novità predetta degli argini, comecchè il Po di Ferrara, ed il Panaro ſon provveduti d'arginature antichiſſime, e di tutta perfezione, e raddoppiate per quaſi tutto il lor tratto.

Terzo giova di molto la rettitudine della linea, che non permette, che ſi facciano froldi eſſendo il corſo dell'acqua parallelo agli andamenti degli argini.

Quar-

Quarto vi sarebbero le dovute restare, portando così la diversità della linea cadente del fondo, e perciò non sarebbevi dubbio, che il piede dell' argine fosse bagnato da acqua bassa, e mancandovi per impossibile, si potrebbero fare a proporzione del bisogno.

Quinto generalmente si dice, che non succede rotta negli argini d' un fiume, senza corrosione della terra, che li forma, e che tal corrosione non può mettersi in atto, se non per tre capi; primo per la trapelazione dell' acqua, a cagione del terreno troppo poroso; secondo per la bassezza degli argini, che lascia sormontare l' acqua; terzo per l' impeto grande, che fa la corrente contro li stessi, e questo si dee considerare o in se stesso, o in ordine della debolezza del sussistente, ma per niun capo de' detti può temersi danno alcuno.

Non può temersi pel prossimo pericolo di rotte a causa della trapelazione dell' acqua per le porosità degli argini, perchè essendovi per tutto il tratto della linea terra atta alla di loro perfettissima fabbrica, non s' ha d' avere questo timore, ed in ogni caso supplirebbe la larghezza degli argini all' imperfezione del terreno.

Non per la bassezza dell' arginature; perchè non si niega di farle alte anche più del bisogno.

Nè per l' impeto grande dell' acqua, perchè la rettitudine della linea ce n' assicura, come al numero terzo.

E finalmente non per la debolezza degli argini, perchè questi si faranno di robustezza conveniente a giudizio di perito disinteressato,

Il pericolo delle rotte non può temersi, che da tre cause, o dall' acqua del Reno nelle piene, o da quelle del Po ne' rigurgiti, o da quelle dell' uno, e dell' altro uniti nelle piene, e ne rigurgiti. Non da quelle del Reno per le ragioni già addotte, e di più perchè di fatto si mantengono gli argini del Po Grande, non ostante siano più tormentati, e dal corso d' acqua, e dall' impeto della corrente, dunque tanto più quelli del Reno.

Non da quelle del Po ne' regurgiti, perchè questi non fanno sforzo, e gli argini non hanno da sostenere, che il peso dell' acqua.

Per ultimo non da quelle del Po, e da quelle del Reno unite, come di sopra, perchè il sostentamento del Po alto rifrangerebbe l' impeto delle piene del Reno, e gli argini avrebbero da operare poco più di quello facessero in resistere a' soli regurgiti.

L' esempio degli altri fiumi ben regolati, che entrano nel Po, farà conoscere all' EE. VV. la vanità di tale insussistente timore.

Al secondo Articolo.

S' è risposto nel §. Sesto della Scrittura ultimamente esibita, alla quale intieramente ci rimettiamo ec.

RISPOSTA

De' Bolognesi al foglio de' Signori Ferraresi sopra gli Articoli VIII. e IX., suddivisi in cinque quesiti, che sono.

I. Se il Reno alto potrà entrare in Po alto.
II. Che effetti produrrà.
III. Che alzamento d'acqua vi cagionerà.
IV. Con quale altezza d'argini converrà provvedervi.
V. Per quanto spazio si dovrà estendere questo alzamento.

Al §. Primo.

SI ammettono tutte le misure addotte, e più abbasso ce ne serviremo ancor noi per provare il nostro intento, ma non si ammette già la conseguenza, *adunque il Reno pienissimo non potrà entrare per Panaro nel Po pienissimo*, perchè tale argomento proverebbe anco, che Panaro pienissimo non può entrare nel Po pienissimo, e pure ciò è contrario all' esperienza.

Al §. Secondo. In ordine all'alzamento delle piene, dopo il proporzionamento dell'alveo del Po, già abbiamo detto il nostro sentimento, che le piene s'abbasserebbono, e faremo costarlo meglio a suo luogo. Per quello poi che portasse l'alzamento dell'acqua del Reno sopra la superficie antecedente del Po, aggiungeremo qualche cosa nella risposta al seguente §. Intanto non si lascia di dire, che fin' a tanto, che non si addurranno ragioni, o esperienze convincenti non ci persuaderemo mai, che il Reno sia per interrire l'alveo del Po, non l'avendo interrito Panaro, nè altri fiumi, che li corrono dentro torbidissimi.

Al §. Terzo. Per quello s'aspetta alle misure delle sezioni delli due alvei di Po, e Reno, poco ci scostiamo dal sentimento de' Signori Ferraresi, se non che ci par molto lontano dalla verità il prendere quattordici piedi per misura ragguagliata dell'altezza delle piene del Reno alla Botta degli Annegati, dove pure è il gorgo mantenutovi dalla tortuosità, e dal passo, che vi s'è trovato nel maggior fondo sotto il piano degli argini piedi 14. 3. 7. ed al Pilastrino della Pieve piedi 13. 8. 5. bisogna pure nelle massime piene vi sia almeno un piede di vivo, onde la misura della piena nel maggior fondo non può mai essere più di piedi 13. 3. 7. e piedi 12. 8. 5., e molto minore detratta la profondità del gorgo, che nell' uno, e nell' altro luogo è notorio; ragguagliata poi questa maggior profondità ridotta ad altezza viva d'acqua colle minori di 9. 8. 6. ed anco piedi 5. che si trovano nella stessa sezione, chiaro apparisce, che più al vero s'accosta la misura ragguaguа-

guagliata di piedi 8. determinata dal Padre Riccioli, accresciuta da noi per maggior cautela fino a piedi 9 di quella modernamente assunta da Signori Ferraresi per fondare il loro calcolo. La velocità attribuita al Reno fino a farlo correre miglia 8. per ora, è un esorbitanza stravagante, convinta di falso dall' esperienza medesima, perchè se fosse vera bisognerebbe, che la piena del Reno da Bologna si portasse a Ferrara al più in quattro ore, e pure ne spende fino a dodici per giungervi. Il ristringere poi la velocità del Po da cinque a quattro miglia per ora, è fatto senza fondamento veruno, non valendo la proporzione della maggiore, o minore caduta, dove si ha altezza viva d'acqua considerabile, che è quella, che regola la velocità. Il ritardo finalmente fatto alla corrente del Po da' venti, che vi soffiano contro non è così accertato, come si suppone, ed abbenchè venga asserito dal Padre Castelli nel corollario, tal sentimento però è impugnato dal Padre Cabeo della Compagnia di Gesù, che per esser di patria Ferrarese potè osservare gli effetti nel Po medesimo, asserendo affatto insensibile tale ristagno. Eccone le di lui precise parole desunte dal libro primo delle sue Meteore *Com 60. quæst.51. pag.346. col.2. Adverto præterea quod mihi videor ex observatione notasse, quamvis dicatur a Castello, reflante vento fluvium intumescere, re tamen vera vix sensibiliter ex vento, & motum retardari, & fluvium intumescere. Vidi enim contra Padum flantem ventum vehementissime per plures non solum horas, sed dies, nec tamen fluvius sensibiliter intumescebat. Non tamen obstinate nego ex reflante vento præcisè motum non retardari, nec fluvium intumescere, sed ut dixi, videor mihi observasse venti effectum exiguum omninò esse, & hoc est quia verè ex reflante præcise vento non retardatur, nisi in suprema superficie, nec ventus descendit ad profundum fluminis, retardantur quidem qui innatant, sed non retardatur sensibiliter aqua &c.* Ed in vero il vento non fa altro, che un ondeggiamento nell'acqua, il quale occulta la velocità della medesima, ed alle volte fa apparire, che corra al contrario, benchè essa seguiti come prima il suo corso, ed in fatti non eleva di superficie, se non quanto porta l' ondeggiamento, come dovrebbe fare se gli fosse ritardata la velocità.

Da dette alterate misure si calcola, che 'l Reno pienissimo farebbe alzare il Po pienissimo piedi 7. con una frazione, che si tralcura, e supponendo la velocità del Reno ridotta a miglia sei, ed accresciuta quella di Po fino a cinque, e sei, si riduce l' alzamento a piedi $4.\frac{1}{2}$, e poi finalmente a piedi 3. once 7.

Abbenchè nella copia della Scrittura comunicataci manchi per inavvertenza del copista qualche riga, o parola, che oscura il metodo tenuto nel calcolare, nondimeno da' numeri espressi ricaviamo, che nel computo non si ha veruno riflesso alla velocità maggiore, che acquisterebbe il Po, per l'aggiunta dell' acque del Reno, se non per altro, perchè elevandosi la superficie dell' acqua del Po piedi 7. di più, altrettanti n' acquisterebbe la di lui superficie sopra il pelo del mare, e secondo il principio di regolare la velocità a ragione di caduta, dovrebbe considerabilmente accrescersi quella del Po.

Delli supposti, e metodo di questo calcolo non formato da alcuna dimostrazione; nè convalidato dall' autorità d' autore veruno, dimostreremo l' insussistenza da diversi assurdi, che ne derivano. Primieramente si calcola l'acqua, che scorre pel Reno pienissimo in un ora piedi cubi 67198320 e noi da' numeri di questo computo troviamo (non vedendolo espresso nella Scrittura de Signori Ferraresi) che il Po in tempo eguale, scarica piedi cubi d'acqua 298659200. dividendo la quantità maggiore per la mino-

re, troviamo nel quoziente 4. $\frac{29}{67}$, che vuol dire, che l'acqua del Po pienissimo non arriverebbe ad esser quattro volte, e mezzo maggiore di quella del Reno pienissimo: cosa fuori d' ogni ragione. Secondo, se ognuno de' fiumi, che entrano in Po eguali al Reno, che vengono giudicati dal Barettieri essere 38. supponiamo noi, che non siano più di 20. facessero piedi 7. d'altezza nel Po, bisognerebbe, che questa ascendesse a piedi 140. e pure non è maggiore di 31. in 32. Terzo, se Panaro, la di cui acqua è uguale, se non maggiore, o almeno poco minore di quella del Reno, avesse cagionata tale altezza, non essendo nella di lui rivolta al Po Grande, stati alzati gli argini, avrebbegli nella prima piena sormontati, e pure ciò non è seguito, non ostante, che la rivolta fosse non delle sole acque di Panaro, ma di più di quella parte del Po, che nelle piene correva verso Ferrara, quando s'apriva l'intestatura al Bondeno.

Al versicolo di detto §. Terzo *dal detto sin quì ec.* si da titolo di probabilissima, se non d'evidente all' asserzione fatta circa l' alzamento del Po per l'acque del Reno; ed a' nostri calcoli dimostrati quello di meno probabili, per poi renderli egualmente dubbiosi, l'EE. VV. potranno giudicare del merito dell'uno, e dell'altro.

Al resto di questo versicolo non si risponde perchè è affatto lontano dalla materia di questo quesito.

Alli versicoli prima, e seconda ec. quello che è stato necessario per ben stabilire, e con evidenza il nostro calcolo, è qualche anno, che sta sotto la censura de' letterati; tutto il resto sta notato nella nostra Scrittura. Se fosse stato bisogno di stabilire il corpo d'acqua, che il Reno pienissimo scarica in un ora, non ci sarebbero mancati i mezzi per farlo; ma perchè ciò non occorre, bastando di determinare la proporzione, che ha l'acqua del Reno pienissimo a quella del Po pienissimo, perciò s'è tralasciato di fare questo calcolo. Che il vento ritardi la velocità del Po si pretermetta senza concederlo, e senza negarlo, ma che tal causa non possa operare sensibilmente si prova così. Se il vento ritardasse la velocità d' un fiume in una sezione determinata, è dimostrato, che la velocità prima del tardamento alla velocità, che li resta dopo il ritardamento, ha da stare in proporzione reciproca dell'altezza viva dopo il ritardamento, all'altezza viva avanti il ritardamento: ma l'altezze dell'acqua prima, e dopo il ritardamento non hanno fra di se proporzione sensibile, adunque non l'avranno ne anche le velocità, e perciò la velocità colla quale corre il Po impedito dal vento, sarà insensibilmente differente dalla velocità non impedita dal medesimo. In oltre il Po non ha un alveo diritto ma assai tortuoso, e perciò il vento, che agisce sempre colla stessa direzione in un luogo impedirebbe, in un'altro aiuterebbe, in altro non opererebbe, cosa impossibile da intendersi, senza immaginarsi il Po in qualche caso, come una scala, in un luogo alto, poco sotto più basso, ed in altro luogo anche più basso. Perciò non v'è alcun bisogno di tassare la velocità del Po a causa del vento, sia quel che si voglia de' riflussi marini, sopra il pelo de' quali già sono elevati gli argini a misura del bisogno.

Per far vedere ciò operino i regurgiti al di sotto per far elevare la superficie de' fiumi influenti, si ripiglino le misure addotte da' Signori Ferraresi nel principio della loro Scrittura, dalle quali concludono, che il regurgito del Po pienissimo non lascia di vivo alla Chiavica di S. Gio: più che piedi 1. once 8. o piuttosto piedi 1. once 7. dal quale detratto il vivo di detta Chiavica sopra le massime piene di Panaro di once 4. in circa, resta-

ſtano piedi 1. once 3. Ciò ſuppoſto così ſi argomenta: O il Panaro è venuto colle ſue piene trovando tale regurgito, o no; ſe ſi dirà non eſſer ſucceduto tale incontro di piena, non oſtante ſia oramai un ſecolo, che corre ſtabilmente nel Po, non s'ha da dubitare, che tale accidente ſia mai più per ſuccedere; ſe poi ſi riſponderà eſſer venuto, adunque coll'elevarſi ſolamente piedi 1. once 3. di più ſopra il pelo del regurgito, ha ſcaricate le ſue piene nel Po, e pure le di lui piene, quando corrono in Po baſſo, hanno tanto maggiore altezza.

Da ciò ſi deduce, che ſe un fiume, il quale ha piedi 14 o 15. di altezza nelle ſue piene, come Panaro, dovendo cadere ſopra un regurgito d'altezza di piedi 10. once 2. non ſi eleva più, che piedi 1. once 3. l'acqua del Reno, che ſcorrerà in altezza di poche once come s'è dimoſtrato ſopra; quella del Po non ſi eleverà per ſuperare i gonfiamenti del mare, che inſenſibilmente, e perciò nè anche per queſto capo ſi toglie la verità del noſtro calcolo.

Al §. Quarto ec.

Se foſſe verà l'aſſerzione de' piedi 7. o. piedi 4. $\frac{1}{2}$, o 3. once 7. di alzamento in Po, altrettanto dovrebbero ceſſare, o farſi gli argini ſopra la maſſima eſcreſcenza preſente, e lo ſteſſo vale nel caſo del noſtro calcolo di once 8., $\frac{2}{3}$, e perciò l'elevazione degli argini da farſi dipende dal vivo preſente degli ſteſſi, ed alla quantità di detto alzamento, non ſi vede già perchè doveſſero alzarſi di più. In ordine poi al ſeſto dell' altezza pel calo degli argini nuovi, non ſi diſcorda quando la maniera, che ſi praticaſſe lo richiedeſſe.

Al §. Circa il quinto ec.

Ci rimettiamo alle miſure delle lunghezze da prenderſi, ed all'altre conſiderazioni da noi fatte ſopra queſta materia ec.

Finalmente il calcolo della ſpeſa non è adattato al preſente queſito.

mente veloce; che il Po (suppoſizione non vera) non eccederà once 11. e conchiude *Interim certe renunciare mihi poſſe videor, nunquam, Rhenum additurum Pado plus uno pede, immò nec pedem, niſi Rhenus pleniſſimus ingrediatur Padum pleniſſimum &c.*

Il Padre Claudio Milliet de Chales della medeſima Compagnia, nel tomo ſecondo del ſuo mondo mattematico al trattato *De fontibus naturalibus prop. 55.* valendoſi delle miſure deſunte dal Padre Riccioli, e calcolando ſul principio differente da quello del Caſtelli conclude, che l'alzamento ricercato ſarebbe $\frac{6}{7}$ di piede con queſte parole. *Dico ergo altitudinem Padi ante immiſſionem Rheni Bononienſis, ad ejuſdem altitudinem poſt immiſſionem ejuſdem Rheni eſſe ut* $54.\frac{1}{4}$ *ad* $55.\frac{3}{4}$, *ſeu ut 217. ad 223. fiat ergo ut 217. ad 223. ita altitudo 31. ad altitudinem* $31.\frac{186}{217}$ *ſeu fere* $\frac{6}{7}$, *hoc eſt fere uno pede intumeſcet Padus*; ma non ſono che once 10. 3.

Per fondare il noſtro calcolo, prenderemo due ſiſtemi in ordine al creſcere le velocità. Il primo è, che le velocità ſiano proporzionali all'altezza viva dell'acque; ed il ſecondo, che le medeſime velocità ſiano tra di ſe in proporzione ſudduplicata dell'altezze vive delle medeſime. Il primo è ſeguitato dal Caſtelli, Barattieri, Caſſini, e Riccioli, ed il ſecondo dal Torricelli, dal Baliani, e dal P. de Chales, ed è da noi dimoſtrato nel libro terzo della miſura dell'acque correnti al corollario primo della propoſizione ſeconda.

Servendoſi della prima ſuppoſizione, noi troviamo l'alveo del Po al paſſo di Lago ſcuro largo piedi 761. ma diciamo ſolo 760., alto nelle ſomme eſcreſcenze piedi 31. miſura concorde col ſentimento di tutti gli autori, e non diſcorde dalle miſure di queſt'ultima viſita. Similmente troviamo la larghezza dell'alveo del Reno alla botta degli Annegati piedi 189., e l'altezza ragguagliata ſupponiamola piedi 9. anche maggiore di quello è ſtata adoprata dal Riccioli, che la determina piedi 8. Facciaſi in primo luogo il quadrato dell'altezza del Po piedi 31. e ſarà 961. e queſto moltiplicato per la larghezza del medeſimo piedi 760. farà 730360. numero, come chiama il Barattieri latiquadro dell'acqua del Po. Similmente riſpetto al Reno facciaſi il quadrato dell'altezza piedi 9. e ſarà 81. e queſto moltiplicato per la larghezza del medeſimo piedi 189. ed il prodotto ſarà 15309. numero latiquadro dell'acqua del Reno, e del Po unite; ſi ſommino aſſieme li predetti due numeri, e ſi avrà 745669. Partaſi queſto latiquadro per la larghezza del Po, e ne verrà il quoziente $985.\frac{7}{76}$ la di cui radice quadrata è $31.\frac{12}{31}$, ovvero piedi 31. once $4.\frac{2}{3}$ e perciò verrebbe il Po pieno per l'aggiunta del pieniſſimo Reno a creſcere once $4.\frac{2}{3}$

Nel ſecondo ſiſtema ordinando il calcolo, come nella medeſima propoſizione ottava del lib. 3. *della miſura dell'acque correnti*. Tra le due altezze piedi 31. del Po, e piedi 9. del Reno ſi trovi un numero medio proporzionale, che ſarà $16\frac{23}{32}$, e ſarà la proporzione di 9. a detto numero, quella delle velocità, la di cui triplicata e di 9. a $57.\frac{19}{32}$, e componendo queſta con quella delle larghezze 189. e 760. ne naſce la proporzione dell' ac-

acqua del Reno a quella del Po, quella che ha 9. a 235. ed unendo assieme queste due quantità si farà 244. cubo dell' acqua del Reno, e del Po unite assieme, ed il cubo dell' acqua del Po solo resterà 235., le radici cube de' quali numeri sono per Reno, e Po uniti $6. \frac{28}{126}$; e per Po solo $6. \frac{9}{126}$ la proporzione duplicata delle quali sarà quella dell' altezze; e perciò riducendo alla denominazione del rotto le dette radici cube cioè a 775. e 784. e trovato un terzo proporzionale 793. sarà la proporzionale di 775. a 793. quella, che avrà l' altezza del Po solo, all' altezza del Po accresciuto dà Reno; talchè per la regola aurea così starà 775. a 793. come piedi 31. altezza del solo Po, a piedi 31. once $8. \frac{2}{3}$ altezza del Po unito all' acqua del Reno, e perciò aggiungendosi il Reno altissimo al Po altissimo, non potrà farlo crescere che once $8. \frac{2}{3}$

In tutti li soprannotati calcoli si dee avvertire, che gli Autori, secondo l' uso comune de' mattematici, prescindono dalla resistenza delle sponde, e del fondo dell' alveo, nel calcolare le quantità dell' acqua dell' uno, e dell' altro fiume; e perciò riescono sempre maggiori delle vere. E perchè maggior resistenza patisce il Reno nel proprio alveo, che Po nel suo, atteso, che le figure simili, quanto sono minori, tanto maggiore hanno la circonferenza in proporzione dell' area propria, e le resistenze sono proporzionali alle circonferenze resistenti, quindi molto maggior differenza intercede tra l' acqua calcolata del Reno, e la vera di esso, di quella sia tra l' acqua calcolata del Po, e la vera del medesimo. E perciò la proporzione dell' acqua del Reno a quella del Po viene ad esser minore della proporzione, che apparisce dal calcolo, e per conseguenza l' alzamento vero dovrà riuscire alquanto minore di quello concluda il calcolo medesimo.

S' avverte in secondo luogo, che gli alzamenti calcolati suppongono l' alveo invariato, cioè della stessa larghezza, e profondità, siccome il Reno col Po nelle massime piene. Quest' ultimo caso, o non verrà mai, o una sol volta nel corso d' un secolo; e perciò vi sarà tempo da proporzionarsi l' alveo, prima che esso succeda, e venendo troverà l' alveo allargato, e profondato tanto, che l' alzamento dell' acqua non succederà a quel segno, che si figurano gli Autori, supponendo l' identità delle misure dell' alveo presente. Quindi si potrebbe probabilmente, e ragionevolmente concludere, che non vi fosse bisogno d' alzamento veruno nell' arginature del Po, quand' anche fossero proporzionate all' acque sole di questo; ma perchè la serietà del presente trattato ricerca, che s' operi con ogni maggior cautela, non ricusano i Bolognesi abbenchè persuasi di non esser tenuti a farlo, di concorrere all' elevazione degli argini predetti di Po, ne' luoghi, dove la livellazione già fatta ne indichi la necessità, e la quantità, la cognizione di che spetta intieramente al purgatissimo giudizio, ed incorrotta giustizia dell' EE. VV.

Rispetto poi alla seconda parte di questo articolo *fin dove gli argini si debbano rialzare*, si riflette, che le piene del Po quanto più s' avvicinano al mare, tanto meno si rendono elevate sopra il piano delle campagne, fino che vicino alle spiagge interamente s' incassano. Quindi la linea della superficie degli argini cammina concorrente ad un punto con quella del pelo d' acqua, o sia cadente delle massime piene scaricate sul pelo alto del mare, nel qual luogo si trova il punto del concorso delle accennate due linee; e di qui ne nasce, che dovendosi v. gr. alzare gli argini once 9. alla Stellata,

ta, ed essendo necessario un'alzamento proporzionale per tutto, a mezza strada tra la Stellata, ed il mare, basteranno once 4 $\frac{1}{2}$, a i tre quarti della medesima once 2. $\frac{1}{4}$ ec. E rispetto al principio, e fine di tale rialzamento, potranno questi desumersi dalla nota del vivo degli argini trovato sopra l'ultima piena delli 15. Giugno prossimo passato. Il che tutto potrà far conoscere, che non molta sarebbe la spesa del rialzo necessario delle arginature del Po, e certo non tale da frastornare operazione si avvantaggiosa, come questa, di cui ora si tratta.

Per fine non si sa conoscere qual altro effetto, oltre gli accennati possa partorire il Reno alto in Po alto, ed essendocene per avventura suggerito alcuno non mancheremo al solito di sottoporre riverentemente al giudizio dell'EE. VV. il nostro libero, e sincero sentimento, sopra di esso ec.

SCRITTURA

De' Bolognesi al foglio de' Signori Ferraresi sopra gli Articoli X. XI. XII. che sono.

I. Quali effetti possa fare il Reno alto in Po mezzano.

II. Quali in Po basso, e se tali piene possano aumentare li froldi, e dirupamenti d'argini.

III. Se le Chiaviche tanto a destra quanto a sinistra possano essere dannificate.

Circa il primo.

Al § Quanto al primo punto ec.

CHE'l Reno nel Po mezzano sia per fare maggiore alzamento, che in Po alto, non si vuol negare, e pure si potrebbe, e dovrebbe se fosse buono il metodo del calcolo usato da' Signori Ferraresi, nel quale non è considerato l'augumento della velocità, nella quale viene ad esser constituito il Po alto sopra quella, che ha il Po basso. Che poi dovesse detto alzamento farsi tanto maggiore, quando venissero piene replicate del Reno, da noi non s'intende, anzi ci pare alieno dalla verità, comecchè il replicare delle piene non fa altro, che o mantenere, o rimettere nel Po la stessa altezza per prima cagionata, anzi per la ragione addotta, se il Reno è il primo ad entrare nel Po, e lo trovi mezzano vi farà qualche alzamento, che gli è proprio, ma rivenendo nuove piene giungeranno nel mentre anche quelle degli altri fiumi, li quali elevando maggiormente il corpo d'acqua nel Po, faranno, che la seconda piena del Reno non aggiungerà tanto d'altezza al Po, quanto la prima, e la terza, quanto la seconda ec.

Il ripetere, che si fa l'impedimento de' flussi marini, ed il contrasto del vento alla corrente, ci obbliga a far apparire quanto sia il valore del primo, parendoci, che a bastanza possa costare dal nostro foglio antecedente della instabilità del secondo.

Sia B C la superficie bassa del mare, A B il pelo cadente del Po sino al suo sbocco, B D la profondità di esso, e corra l' acqua del Po in tale stato, che sia permanente. Certa cosa è, che la velocità dell' acqua nello sbocco B D sarà precisamente quanto basta per scaricare nel mare l' acqua corrente del Po, nè più, nè meno, e questa o sarà cagionata dall' impeto precedente, o pure dall' altezze A F, G H, I L, che superino d' attività l' altezza dell' acqua marina nello sbocco B D. supponiamo ora, o pel flusso, o per la restia, elevarsi l' acqua del mare da B in E, in maniera, che la superficie del Po da A B s' alzi in M E, la quale superficie acquistata che sia, non si muti più, sino che non si abbassa il punto, e supponiamo, che l' altezza D E sia doppia della D B; correrà dunque nel mare per la sezione dello sbocco D E d' altezza doppia della B D, e della medesima larghezza (che così vogliamo supporla, abbenchè in fatto riesca molto più larga) nè più, nè meno, che prima, tutta l' acqua del Po, e la velocità sarà precisamente quella, che basti per scaricarnela, saranno perciò reciprocamente proporzionali le velocità della sezione prima, e seconda, e le altezze delle sezioni seconda, e prima, e perciò sarà la velocità della sezione E D, la metà della velocità della sezione D B, ma per imprimere una velocità la metà minore d' un altra, basta anche la metà della causa, e questa non è altra, che o la forza dell' altezze delle sezioni antecedenti, o l' impeto precedente, che però viene a risolversi finalmente nella prima; adunque basterà la metà della forza predetta, o dell' impeto; quindi supposto, che A N sia l' eccesso necessario dell' altezza A F sopra la B D, per dare la velocità necessaria alla sezione B D molto minore dovrà essere l' eccesso O M dell' altezza M F sopra la E D, per dare alla sezione D E la metà solo della predetta velocità; e perciò le due linee A B, M E cadenti del Po, prima, e dopo il gonfiamento del mare, saranno correnti dalla parte di sopra del Po, e dove s' incontreranno, ivi sarà il termine, sino al quale risente la marea, che dal detto d' un testimonio registrato nella visita non oltre passa Francolino.

Si ricava da questa dimostrazione, che l' effetto maggiore del ristagno del mare, è nello sbocco, e che nelle parti superiori sempre si rende minore, e minore, sino al ridursi a niente.

Si raccoglie in secondo luogo, che quanto più si elevano i regurgiti, tanto meno inclinate sono le cadenti della stessa piena, perchè minore è la

pro-

proporzione dell' altezza della sezione nello sbocco, durante il regurgito all' altezza della sezione fuori del tempo del rigurgito.

Supponiamo ora, che la superficie A sia quella, che compete alla somma escrescenza del Po solo, e che questa debba accrescersi per l' intromissione del Reno altissimo.

Dal dimostrato da noi mediante il calcolo esibito nel congresso antecedente, apparisce doversi alzare il Po nel luogo della sua introduzione once 8. $\frac{2}{3}$ Tale altezza però è certo, che non potrà continuare fino allo sbocco; ma dovendo la superficie del Po, anche elevata dall' acque del Reno, spianarsi allo sbocco sul pelo del mare, che però a ragione del maggiore influsso non si eleverà maggiormente, manifestamente apparisce, che l' altezza cagionata dal Reno nel Po, anderà scemandosi quanto più s' anderà avvicinando alla marina, per appunto colla stessa proporzione dell' avvicinamento. Ma non ostante supponiamo pure, per abbondare in cautela, anche a pregiudizio della verità, che mantenga la stessa elevazione per tutto senza profondarsi l' alveo, come necessariamente dee seguire, e che giunta allo sbocco non si spiani, ma stramazzi sopra la superficie del mare dell' altezza predetta. Immaginiamoci poi, che sopraggiunga nello stesso tempo una burrasca di mare delle maggiori, che lo faccia gonfiare fino in E, eleverassi dunque la superficie R S v. gr. in P E, e per quello, che di sopra s'è dimostrato, saranno le linee S R, P E convergenti alle parti R, M vero, e non tanto quanto le A B, M E senza l' accrescimento fatto dal Reno, or vediamo, se sia sensibile l' elevazione della linea E B sopra la M E.

Dal preaccennato calcolo apparisce, che la proporzione dell' acqua del Reno pienissimo a quella del Po pienissimo è di 9. a 235, ovvero di 1. a 26. $\frac{1}{9}$; dovendo per ciò passare per la stessa sezione D E tanto il Po solo eguale a 26. Reni, quanto il Po unito col Reno, che equivalerà a Reni 27. saranno le velocità, come le quantità dell' acqua, adunque come 27. a 26. così dovrà stare la velocità del Po unito col Reno, alla velocità del Po solo allo sbocco, e supponendo, che l' inclinazione della linea A B sia quanta basta, perchè l' acqua allo sbocco cammini con velocità di gradi 26. dovrà tanto elevarsi la P E, che basti, perchè l' acqua cammini colla velocità di gradi 27., ed aggiunga a tutta l' acqua del Po nella stessa sezione ventiseiesima parte della velocità precedente.

Supposto poi l' abbassamento necessario del fondo F D, che comincierà a farsi nella prima piena, accrescendosi la sezione, sarà necessaria minor velocità, e perciò sarà meno inclinata la P E, e molto più s' accosterà alla M E.

Sul fondamento, de' quali due motivi chiaro apparisce, che poca dovrà essere l' altezza da farsi dal Reno sopra l' acqua del Po sostenuta dal gonfiamento del mare, e minore delle once 8. $\frac{2}{3}$, perchè se le dette once 8. $\frac{2}{3}$ bastano per giungere il 26. della velocità necessaria in una sezione più piccola, e più veloce superiore al luogo del ristagno, molto più potranno aggiungerlo in una sezione maggiore, e meno veloce, quali sono tutte quelle, alle quali arriva l' effetto del sostentamento del mare, e se l' altezze vanno scemandosi a ragione delle vicinanze, che acquistano al mare, tanto minore dovrà essere l' alzamento del Po accresciuto dal Reno sopra la superficie di se solo sregolata sul mare alto.

Non ostante il rallentamento del moto, che accade all' acque del Po soste-

ſtenuto dal fluſſo marino, non ſuccede nello ſtato preſente interrimento veruno, adunque molto meno ſuccederanno tali interrimenti accreſciuta, che ſia la velocità $\frac{1}{26}$ come di ſopra ſi è dimoſtrato.

Al § Non ſi laſcia la percuſſione.

Tale percuſſione non ſi farà, e moſtra l'eſperienza, che Panaro non la fa, tenendoſi colle ſue piene alla ripa deſtra, come fu oſſervato nella viſita Borromea, e l'avanzamento del Bonello della Stellata moſtra, che poco s'avanza nel Po l'impeto dello sbocco di Panaro, ne accade portare l'eſempio della foſſa della Poleſella, perchè il fatto non è accertato, e quando il foſſe biſognerebbe eſaminarne le condizioni, e finalmente dandoſi un buono sbocco, come s'è propoſto, a ſeconda della corrente del Po, verrà ad aſſicurarſi, e la banda deſtra del Bonello, e molto più la ripa ſiniſtra.

Circa il ſecondo.

Al §. Del ſecondo punto ec.

LA maggior caduta del Reno farà avanzare qualche poco di più il ſuo corſo dentro la corrente, ma non mai arrivarla alla ſponda ſiniſtra; ma dato anche tal ſuppoſto erroneo, ſi provvederebbe come s'è detto col darli buono sbocco.

Che il Reno deponeſſe nelle piene qualche materia ſopra le ghiaie del Po, ſe non ſi concede non ſi nieghi, ma ſi deſuma la verità dagli eſempj, che ſe n' hanno. Quante volte ſuccede, che trovandoſi il Po baſſo, venga la piena a qualche fiume dell'Appennino, di quelli, che corrono torbidiſſimi al pari, ed anco più del Reno, tante volte l'acque torbide ſi ſpandono ſopra le ghiaie in non molta altezza, ſi fanno in caſi ſimili interrimenti? o pure fatti che ſiano al ſopravvenire della piena ſono eſſi di nuovo levati? certo non interrendoſi l'alveo del Po, biſogna, che o l'uno, o l'altro ſucceda, e tanto ſarà nel caſo allegato, che'l Reno entraſſe torbidiſſimo in Po baſſo. Circa il timore di perdere il Po d'Ariano, già s'è detto quanto occorre, ma ſe foſſe vero, che il Po, da Criſpino in giù ſteſſe come ſtagnante, a queſt'ora ſarebbe obliterato il di lui alveo, ed il Po, ed Ariano non avriano più nome, anzi, o egli è vero, eſſendo manifeſto che non oſtante il Po ſi conſerva profondo, biſogna dire, che la poca velocità, che vi reſta, ſia baſtante ad impedire la depoſizione del limo, e perciò a tale effetto molto più baſterà la maggiore, che poſſiede nelle parti ſuperiori Se poi non è vera l'aſſerita quaſi ſtagnazione, vacilla la conſeguenza dell'interrimento futuro del Po d'Ariano, che ſi pretenderebbe provare, anzi accreſcendoſi la velocità per l'accreſcimento dell' acqua ſe ne deduce da noi una certiſſima eſcavazione.

Al §. Ciò pure ſi vede ec. e ſeguenti.

L'eſempio del Po di Ferrara è aſſai diverſo da quello del Po di Venezia, non verificandoſi in queſto le condizioni, che in quello ſi trovarono, e queſta diverſità fu beniſſimo conoſciuta dall' Argenta, perchè attribuendo egli l'interrimento del Po di Ferrara alle torbide del Reno, non temette,

che il ſimile doveſſe ſuccedere in quello di Venezia, quando propoſe di sboccarvi dentro il Reno predetto.

Al §. E ſi portano ec.

Parte ſarà del finiſſimo giudizio dell' EE. VV. il riconoſcere, ſe le ſuppoſte ragioni de' Signori Ferrareſi baſtino a render dubbioſiſſime le noſtre, ſicchè v' entri l' aſſioma, che *in dubio tutior pars ſit eligenda*, e le medeſime ſapranno bene riconoſcere, quali ſiano *le ragioni ſpeculative, e metafiſiche non evidenti*; cioè ſe o quelle de' Signori Ferrareſi appoggiate a ſemplice aſſerzioni non provate, che con pronoſtico, e con un' apparente timore ec. o pure le noſtre fondate ſopra mezzi termini dimoſtrativi, e corroborate dall' eſperienza.

Al §. La riſoluzione ec.

La cauſa de' froldi non è l' acqua per ſe ſteſſa, ma la direzione della di lei corrente, ed altre puramente accidentali.

L' eſſerſi fatti da 30 anni in qua froldi, lo certificano, perchè ſe l' augmento dell' acqua foſſe la cauſa efficiente de' froldi, non eſſendo ſeguito da 30. anni in qua nuovo accreſcimento all' acqua del Po, non ſi ſarebbe dovuto produrre ne anche l' effetto Introducendoſi adunque il Reno nel Po ſeguirebbe quello, che è ſeguito per lo paſſato; ſi farebbero nuovi froldi, ſe ne ſanerebbero de' vecchi, altri s' accreſcerebbero, altri ſi ſminuirebbero ec. ma l' acqua del Reno non ci avrebbe colpa nè merito ec.

Circa il terzo punto.

Al §. Dal già detto ec.

NON ſuſſiſtendo adunque gli alzamenti nell' alveo del Po, anzi ſtando noi per la parte dell' eſcavazione, non ſolo non patiranno gli ſcoli, ma guadagneranno.

Al §. Se ceſſaſſero gli alzamenti ec.

Abbiamo detto quanto occorre nella noſtra riſpoſta a queſto punto.

Al §. S' accreſcerà ec.

La caduta delle chiaviche per buona regola riſpetto a' terreni baſſi, non vi dovrebbe eſſere di ſorta alcuna, onde le poche once, che hanno di caduta piuttoſto loro pregiudica; ma queſta nel nuovo caſo non s' attende, bensì quella, che ha la ſuperficie della campagna ſopra il pelo baſſo del Po, e queſta è di piedi, e non d' once, come s' aſſeriſce.

Al §. Si degneranno ec.

La chiavica de' quattro occhi ſi trova regiſtrato nella viſita, che ſcolava, e non ſi trova già la languidezza di moto in queſto §. Aſſerita, nè la pie-

pienezza del Canal Bianco improbabile in quella ſtagione ſtraordinariamente aſciutta; e l'acqua del Po è certo, che non era nella ſua eſtrema baſſezza, ſe poi foſſe indicato a parte all' EE. VV. non lo poſſiamo ſapere; preſumiamo però, che ſe ciò foſſe ſtato non ſi ſarebbe tralaſciato da' Signori Ferrareſi di farne tener memoria nella viſita come di coſa troppo eſſenziale.

Cadendo perciò tal ſuppoſto, cade altresì tutto il danno immaginato, e del Poleſine di Ferrara, e della ſteſſa Città, per l'impedimento de Docili, ed in oltre poco, e per poco s'impedirebbero le Chiaviche del Po d'Ariano per l'alzamento del pelo di eſſo fatto dall'acqua del Reno, dovendo in tale vicinanza al mare riuſcire quaſi che inſenſibile, e perchè le piene del Reno non durano che poche ore, onde non ſuſſiſte, che ſi perdeſſero, anzi per la maggiore eſcavazione del fondo di detto Po ſi migliorerebbero ec.

SCRITTURA

De' Bologneſi ſopra alli tre articoli X. XI. XII. che ſono.

I. Quali effetti ſia per fare Reno alto in Po mezzano.

II. Quali effetti poſſa fare in Po baſſo, e ſe le di lui piene cagioneranno augumento di froldi, e dirupamento d'argini.

III. Se le Chiaviche a deſtra, ed a ſiniſtra rimarranno danniſicate.

RIſpetto al primo, quando il Po foſſe mezzano, e vi arrivaſſe la piena del Reno certo s'alzerebbe qualche poco più dell'once 8. $\frac{2}{3}$ calcolate nella riſpoſta all'articolo 9. ſupponiamo, che arrivaſſe in tal caſo anco all'altezza d'un piede, e per abbondare, d'un piede, e mezzo. Sarebbe adunque alto il Po piedi 1. $\frac{1}{2}$ di più di quello, che foſſe per eſſere ſenza l'acqua del Reno, ed equivalerebbe ad un Po mezzano d'un piede, e mezzo d'altezza di più, ma il Po alto piedi 1. $\frac{1}{2}$ ſopra la ſua mediocrità non partorirebbe effetto veruno pernicioſo, ed in fatti non ſi pone di guardia ec. adunque 'l Reno aggiunto ad un Po mezzano non porterà alcun danno ec.

Le piene del Reno ſono poi di breve durata, ed al più non eccedono 10. o 12. ore, onde a loro cagione non poſſono eſſer meſſi in contingenza gli argini ec.

Vedanſi gli effetti di Panaro quando arriva ſopr'un Po mezzano, e tali anco potranno preſumerſi da Reno in parità di condizioni.

Al ſecondo lo ſteſſo proporzionalmente ſi repete del Reno alto introdotto in Po baſſo, e non ſi vede per qual cagione il Po coſtituito in gran baſ-

fezza, che tale anco coll'introduzione dell'acqua del Reno, abbia da aumentare i froldi, e dirupare gli argini.

In risposta del terzo, circa il danno, che ne potranno ricevere le Chiaviche a destra, ed a sinistra del Po, si discorre così. I terreni, che non hanno scolo immediato al mare, lo hanno, o ne' fiumi, o nelle paludi, e tra quelli, che lo hanno ne' fiumi, che di questi principalmente si parla nel nostro caso, altri l'hanno naturale, altri artificiale. Lo scolo naturale è proprio di quei terreni, i quali sono tanto alti, che non possano essere sormontati dalle piene de' fiumi, nell'alveo de' quali hanno l'ingresso; ma l'artificiale si pratica in caso, che si sia obbligato di difendersi dalle escrescenze del fiume con argini, nel qual caso, ogni volta, che l'acqua della piena sia tanto alta, che si renda superiore al piano delle campagne, che si debbono scolare, in vece, che le campagne tramandino le sue acque al fiume, questo piuttosto inonderebbe i terreni per la stessa foce de' condotti destinati allo scolo, se non vi si provvedesse colle chiaviche destinate a levare colla chiusura delle cateratte la comunicazione tra'l fiume, ed il condotto, e durante tale accidente è necessario, che l'acque piovane siano trattenute ne' condotti, e fossi delle campagne, se pure non sono in tanta copia; che possano coprire la superficie del terreno. Quindi quelle campagne, che non hanno caduta sopra il pelo ordinario del fiume è di necessità, restino prive di scolo; e quelle, che sono più alte del medesimo, godono maggiore, o minore felicità a ragione della propria altezza; molti terreni perciò hanno tanta felicità di scolo, che appena terminate le piogge non hanno più acqua ne' loro condotti, ed altri per la poca caduta le tramandano così lentamente, che hanno bisogno di più giorni, ed alle volte settimane per liberarsene intieramente. Queste principalmente a cagione di ciò si provvedono di condotti, quanto più si possa larghi, e profondi, perchè la larghezza supplisca al difetto della velocità, e la profondità dia caduta alle campagne, e maggior felicità allo spianamento dell' acqua, anzi a tale effetto le soglie delle chiaviche si tengono il più che si può sotto la superficie dell'acqua bassa.

Al chiudere, che si fa una chiavica, o pure all'alzamento dell'acqua del fiume, si eleva il pelo d'acqua ne' condotti fino ad equilibrarsi col suo principio più alto, e non mai di più, e sino, che l'acqua del condotto non sia alzata alla sua suprema altezza, sempre scolerà, comecchè vi sarà sempre qualche caduta sul pelo del fiume, e la ragione per la quale li chiavicanti non hanno altra regola per chiudere, o aprire la chiavica, che di vedere se sia più alta quella de' condotti, o pure quella del fiume.

Molte volte succede, che ne' condotti non v'è acqua da scolare, ed in tal caso in ordine a questo motivo torna lo stesso a tener chiuse, o aperte le chiaviche, ma perchè trovandosi i condotti in tale stato possono venire le piene del Po; e rigurgitando colle torbide interrirli, quindi torna più conto tener chiuse le chiaviche, che aperte, e chi le lascia aperte si può vedere spesso obbligato a serrarle per ogni poco d'alzamento d'acqua, che succeda nel fiume, senza, che perciò s'impedisca lo scolo alle campagne, le quali però essendo feraci d'acqua scolerebbero sopra un pelo molto più alto.

Tale chiusura di chiavica perciò non è mai necessaria, che per quel tempo, che dura la piena, cessando la quale ritorna la libertà di poterle di nuovo riaprire.

Applicando questo discorso al caso presente delle chiaviche, che si ritrovano nell'una, e nell'altra ripa del Po, chiaramente si vede, che non v'es-

v'essendo campagna alcuna, nè da una parte, nè dall' altra, che non abbia molti piedi di caduta sul pelo basso di esso (posciachè nel tempo della visita correvano felicemente tutte le chiaviche. ed il Po non era bassissimo, dal che si conosce che se i condotti avevano caduta, molto più ne avevano i terreni, che scolano ne' condotti) potrà alzarsi considerabilmente l'acqua bassa del Po per l'aggiunta dell'acque del Renò, senza che perciò si levi lo scolo a' terreni adiacenti.

Che se le chiaviche si chiudono al venire di Panaro, può essere, che ciò molte volte segua per impedire l'interrimento de' condotti.

Per altro quando si chiudessero coll'interrompimento dello scolo, bisogna bilanciare il danno, che vi accrescerebbe il Reno. Consta dalla visita, che molte chiaviche stanno serrate tre mesi dell'anno, altre cinque, sei, otto, e più. Quante piene del Reno verranno a questo tempo? certo se non tutte almeno la maggior parte, e perciò è chiaro, che il Reno non opererà cosa alcuna di più di quella farà il Po stesso nel caso presente.

Quando viene la piena al Reno per lo più viene anco a Panaro, ed agli altri fiumi dell'Apennino. La piena di Reno precede quella di Panaro sei ore, adunque le chiaviche si dovrebbero serrare sei ore prima, e questo sarebbe tutto il danno, che apporterebbe il Reno alle chiaviche; delle quali quelle, che stanno serrate poco [segno, che hanno gran caduta] dal venire Reno in Po basso non patirebbero di sorta alcuna; al contrario quelle, che stanno serrate 8. e 9. mesi poco danno riceverebbero, perchè nel tempo, che stanno aperte poche piene del Reno verriano, e Dio sa, se in un anno s'incontreria a vedersene pure una, e vedendosene alcuna, forse la somma del tempo, che dovrebbero star chiuse per causa del Reno non arriverebbe a 24. ore, differenza insensibile, quando anche i condotti non avessero sfogo ad altra parte.

Se poi fosse vero, quello, che asserisce il Padre Riccioli nel luogo altre volte citato, che le piene di Panaro vengono prima di quelle di Reno, egli è evidente, che non s'altererebbe mai lo stato delle chiaviche, se non quando venisse o Reno solo, ovvero Panaro, e dopo Reno solo, caso raro, e di poca durata. E poi si dovrebbe anche riflettere, che non ogni alzamento d'acqua bassa del Po fa chiudere le chiaviche, ma solo quella, che supera la caduta degli scoli, ed in tale stato certo è, che una breve piena non può durare, che pochi momenti, onde avendo considerazione a ciò viene anche a scemarsi il tempo della chiusura delle cateratte.

In somma se si rifletterà seriamente a questo fatto si conoscerà, o la nullità, o la insensibilità del danno, che si suppone fosse per apportare 'l Reno alle chiaviche, e quando vi fusse non sarebbe in alcuna maniera paragonabile a' tanti benefizj, che nasceranno a tutte tre le Provincie dall'introduzione del Reno nel Po.

Il motivo degl' interrimenti delle chiaviche si tralascia, perchè non merita riflessione veruna, e perchè è stato detto quanto occorreva nel §. 10. della nostra Scrittura al versicolo *Rispetto poi ec.*

SCRITTURA.

De' Bologneſi ſopra il foglio di replica de' Signori Ferrareſi toccante la materia delli punti X. XI. e XII.

Al §. Primo LA forza non conſiſte ſul creſcere più o meno il Po mezzano a cagione dell'acqua del Reno, perchè ſecondo il di lui diverſo ſtato di mediocrità varia l'alzamento; ma bensì ſull' iſteſſa mediocrità del Po, di cui in tutti li ſtati ſi ha eſperienza, eſſendo certo, che la mezza piena del Po poco opererà più o meno, per eſſer fatta, o dall'acqua de' fiumi col Reno, o ſenza di eſſo, purchè il reſto delle condizioni s'uguaglino. Si riſtringe adunque il dubbio a paragonare il danno, che apporta ne' froldi ec. un Po mezzano di piedi v. g. 10 in altezza, con quello, che apporterebbe, ſe per eſempio la piena foſſe alta due piedi di più, e duraſſe in tale ſtato, quanto dura quella del Reno, e l'ecceſſo ſarebbe il danno, che farebbe il Reno introdotto nel Po mezzano. A noi certo pare, che tal differenza non vi ſia, o pure ſia inſenſibile, ed eſagerandola i Signori Ferrareſi s'aſpetta all'EE. VV. il giudicar la verità.

Al §. Secondo che poi le piene del Reno ec. per riſpondere agli argomenti *ad hominem* replicatamente portati in detto luogo, baſterebbe ritorcergli valendoſi per antecedente delle propoſizioni de' Signori Ferrareſi. Ma noi comecchè sfuggiamo di valerci di ſimili logiche ſottigliezze, per informare l' EE VV. in materia così grave, ci baſta di chiarire la materia. Diremo adunque, che non ogni piena, nè in qualunque ſtato, o durata deteriora i froldi, perchè non ogni differenza di velocità baſta a rodere le ripe ec. altramente biſognerebbe, che anche il Po baſſo faceſſe continuatamente effetti ſimili, come l'eſperienza dimoſtra ciò non ſuccedere ec.

Perchè ſi facciano froldi, o ſi deteriorino vi vuole l'unione di più cauſe, come a dire d'impeto ſufficiente, e faſſi non con una ſola direzione, ma vorticoſo, tanto orizontalmente che verticalmente, e perciò vi ſi richiede la diſpoſizione delle ripe, le quali tanto più rovinano, quanto più s'accoſtano al perpendicolo, unica cagione, per la quale i Signori Ferrareſi rimediano i froldi con iſcaricargli, che vuol dire con renderli inclinati conſiderabilmente verſo il corſo dell'acqua, e con levar loro tutti li riſalti, i quali rompendo il corſo all'acqua, ma non ſufficientemente reſiſtendo, ſono la principal cagione di eſſi. Vi concorrono di più le diſpoſizioni de' fondi, le direzioni delle ripe, del filone ec. come è manifeſto, ed appariſce da quanto ſopra queſta materia hanno laſciato ſcritto copioſamente gli Autori. La minor parte adunque in produr tale effetto è quella della copia dell'acqua unicamente allegata da' Signori Ferrareſi, e queſta molte volte è rimedio, eſſendo certo, che ſpeſſo ſuccede, che al ceſſare d'una piena ſi trova un froldo antecedentemente in peſſimo ſtato, o non deteriorato di ſorta veruna, e qualche volta, anche migliorato dalle depoſizioni, che v'ha fatte la piena medeſima.

Che in Reno vi ſiano froldi non dipende adunque dalla velocità del corſo preciſamente, ma vi concorre di più l'anguſtia delle ripe, che non ſi

trova nel Po, ſiccome la ſtrettezza delle ſvolte propria de' fiumi piccoli, non vale adunque l'argomento *Reno corrode le ripe del ſuo alveo, adunque anco maggiormente rovinerà quelle del Po introdotto, che vi ſia.*

Al §. Che poi s' abbiano ec. ci rimettiamo all' oſſervazione degli effetti di Panaro nell'alveo del Po, non già alle fedi, che ſi dicono d' eſibire, dipendendo tal cognizione non dal giudizio d'occhi materiali, ma da quello d' ingegni ſperimentati, e dotti nell' Architettura dell' acque, che sappiano rinvenire le vere cauſe degli effetti veduti.

Al §. Circa ec. L'alzamento dell' acqua del Reno in Po baſſo non ſi niega, ſiccome non s' impugna quella di Panaro. Che poi da ciò provengano effetti pernicioſi queſto è quello, che non ſi fa vedere ec.

Al §. Seguente ec. Per determinare ſe Reno poſſa partorire danno alle chiaviche, e di che peſo eſſo ſia, biſognava cercare il perchè ſi fabbrichino, ſi cuſtodiſcano, ſi aprono, ſi chiudano ec. ad effetto di levare gli equivoci, e le apparenze, una delle quali ſi è il dire, che trovandoſi in qualunque ſtato l'acqua del Po, e quella de' condotti, e dato, che perciò non doveſſero ſerrarſi le chiaviche, ſempre ſarà vero che tanto meno acqua ſi ſcolerà, perchè eſſe quanto maggiore ſarà l'elevazione del Po, atteſo, che conceſſa anche tal propoſizione, la quale patiſce molte limitazioni, biſogna per ſtabilire il danno prima provare, che tal diminuzione v. gr fatta oggi, calando il Po dimani non ſi ripari, eſſendo certo, che l' acque trattenute, quando s' apre loro libero il corſo fluiſcono con più velocità, come ſuccede ne' fiumi, che riſentono il fluſſo del mare, allo ſcarico de' quali il fluſſo predetto niente pregiudica non cagionando altro, che maggiore alzamento del pelo d' acqua ſinche egli dura, e ceſſando l' uno ceſſa l'altro, ſcorrendo il fiume con più violenza nel rifluſſo.

Che l'acque de' torrenti, le quali fanno creſcere il Po continuino per molti giorni, può eſſer vero parlando di tutti i fiumi dell' Appennino, che vengono ſucceſſivamente uno dopo l' altro; ma ciò non può applicarſi al Reno, che ſi conſidera nella ſola ſua piena, ed è certo, che ceſſando queſta allo sbocco, dee ceſſare conſeguentemente anco l' altezza, che fa nel Po; adunque non potrà durare tale elevazione, ſe non quanto dura la piena, non ha che fare in queſto caſo la maggiore velocità del Po, perchè queſta influiſce nell' altezza, e nel far diſtendere la piena del Reno più preſto in ſe ſteſſo, e conſeguentemente farla giungere più preſto al mare, e con pari ragione al ceſſare della medeſima farlo tanto più preſto mancare nell' alveo del Po, e non come ſi aſſeriſce farla calare più preſto di quello, che crebbe.

L' infelicità di ſcoli, che provano i Bologneſi nelle loro campagne non è un ſemplice interrompimento di poche ore, come al più ſarebbe quello delle chiaviche, che sboccano nel Po, introdotto che vi foſſe 'l Reno; ma bensì è continua, ed accompagnata da perpetue inondazioni, che ſempre maggiormente s' avanzano, al qual danno non ha veruna proporzione, quello che in contrappoſto ſi pone da Signori Ferrareſi.

SCRITTURA

De' Bologneſi ſopra la replica de' Signori Ferrareſi al foglio de' Bologneſi ſopra li articoli VIII. e IX.

Che ſi concepiſce §. per §. ſecondo l'ordine di eſſi appoſta ſegnati co' numeri nel foglio immediatamente communicate da' medeſimi Signori Ferrareſi li 5. Agoſto 1693.

Al §. 1. QUando ſarà ſtabilita con evidenza l' altezza ragguagliata del Reno piedi 14 allora concorreremo nel ſentimento de' Signori Ferrareſi in queſta parte.

Al §. 2. Contiene la noſtra obiezione in ſenſo però diverſo dal noſtro.

Al §. 3. Lo ſcaricarſi delle piene del Reno, in più, o meno tempo, non arguiſce la velocità dell'acqua, ma ſolo la durazione della cauſa di eſſa; per queſta ragione biſognerebbe, che le piene di diverſa durata v. gr. una di 10. ore, e l'altra di 20. aveſſero diverſa velocità coſa contraria al fatto. Il noſtro argomento è ſtato queſto; ſe la piena del Reno aveſſe la velocità di 8. miglia per ora, biſognerebbe, che dopo arrivata al ponte della via Emilia giungeſſe in dirittura di Ferrara in ore al più 4 ſtante la diſtanza non maggiore di miglia 30., ma per giungere dal detto Ponte a Ferrara la piena di Reno vi conſuma 10. o 12. ore, adunque la velocità della piena di Reno non è di miglia otto per ora, e queſto è l' argomento al quale ſi dee riſpondere; eſſendo perciò il noſtro argomento ſtato concepito con equivoco non è maraviglia, ſe anche la riſpoſta ha lo ſteſſo difetto.

Al §. 4. Anche queſta ſeconda riſpoſta s'appoggia allo ſteſſo equivoco, e perciò non ſi replica di vantaggio.

Il §. 5. Contiene la ſeconda noſtra obiezione, nella quale s'include, che noi determiniamo la velocità del Po ſino a nove, o dieci miglia, il che non ſi trova in alcuno de' noſtri fogli, non avendo noi mai fatta tal determinazione, come non creduta neceſſaria.

Il § 6. Contiene queſto la riſpoſta alla noſtra obiezione, ma batte ſempre ſullo ſteſſo equivoco d' arguire la velocità dalla durazione delle piene. Il dire poi, che Po ha 300. miglia di lunghezza, e non volere conſiderare le tortuoſità, come s'è fatto per Reno nel §. ſecondo, è troppa parzialità. La diſtanza da' fonti del Po a linea retta fino al mare è ſopra 300. miglia, e conſiderando l' andamento del Teſino dal ſuo principio ſino al ſuo sbocco, e da queſto al mare ſempre per linea retta, oltre paſſa le 350 miglia, ma conſiderando le tortuoſità poco ſi ſcoſta dalle 600. E ponendo, che il Po pieno faceſſe 8. miglia per ora, la ſua piena dovrebbe arrivare dal ſuo principio al mare in ore 75. o ſiano giorni 3. ore 3. il che non è lontano dalla verità, ma a ragione di 3. miglia per ora ſtenterebbe per arrivare al mare giorni 8. ore 8. intervallo eſorbitante, ed a ragione di miglia 5. per ora richiederebbe lo ſpazio di giorni cinque, e pure quando regnano ſcirocchi, e ſi disfanno le nevi nell' alpi della Savoia, e de' Svizzeri

ri arriva la piena a Ferrara in giorni tre in circa, come portano l'informazioni de' Paesani, a quella del Reno al dire del Padre Riccioli richiedeva ore 24. per arrivare dal suo principio al Po di Ferrara in distanza di 100. miglia, che sarebbe a ragione di miglia $4. \frac{1}{6}$ per ora, e perciò la velocità del Reno a quella del Po sarebbe come $4. \frac{1}{6}$ a 8., quasi come quella, che noi abbiamo dedotta dal calcolo di 9. a $16. \frac{23}{32}$. Vedasi dunque quanto bene s'accorda con gli effetti osservati il nostro calcolo, e quanto male le supposizioni de' Signori Ferraresi, dalle quali deriva, che Reno dovesse venire dal suo principio a Ferrara in ore 12. quando ne vuole il doppio, e per far lo stesso richiedesse il Po giorni 8. quando tre bastano.

Il §. 7. Contiene la nostra obiezione.

Al §. 8. Che contiene la risposta, si replica, che l'autorità del Castelli è grande, ma si deono prendere le di lui parole nel senso, che le porta di probabilità, particolarmente parlando esso d'un fatto da se non veduto, e dipendente dall'altrui relazioni. E poi molto maggior fede esigono le di lui dimostrazioni, che le opinioni probabili, onde non deono i Signori Ferraresi ridurre allo stato di probabili le di lui proposizioni dimostrate, e donare poi l'evidenza alle mere probabilità. In oltre facilmente si può conciliare il sentimento del Castelli con quello del Cabeo. Il primo dice, che l'accrescimento del Tevere seguito senza piogge, e disfacimento di neve fu *per il ritardo dell'acque*, ed aggiunge *da gagliardissimi, e continuati venti*, e questo noi crediamo fosse verissimo, perchè in due maniere può intendersi, che il vento ritardi la velocità dell'acqua ne' fiumi, o mediatamente, o immediatamente. Il primo col far gonfiare il mare, e tale dee essere ragionevolmente il sentimento del Castelli, il secondo col soffiare contro la corrente, e questo è quello, che è negato con verità dal Cabeo, ne occorre portare la dubbietà del *mihi videor &c.* di questo autore, perchè tal detto casca sopra l'insensibilità, e di fatto chi avesse dimandato al Cabeo, se il vento fa elevare il Po un piede? non avrebbe risposto, *mihi videor observasse &c.* ma avrebbe detto *se equidem observasse non &c.*

S'aggiunge che l'efficacia del vento finalmente dee avere i suoi limiti, oltre i quali non passa; cioè che può far gonfiare il Po tanto, e non più, ed è ragionevole il credere, che gli argini di esso siano d'altezza proporzionata a contenere tal gonfiamento, con di più il vivo necessario, ma è stato dimostrato da noi, che nelle sezioni quanto più son grandi, ed indebolita la velocità, tanto minore dee essere l'augumento di velocità per scaricare maggior acqua, e che questa poca di velocità ogni poco d'altezza maggiore la dà, adunque che sia dell'impedimento fatto da flussi marini, e dal vento, che pure neghiamo, non dovrà farsi per l'introduzione di Reno altissimo in Po altissimo, nè anche l'elevazione delle once $8. \frac{2}{3}$ da noi asserita, e questo dee servire per risposta a ciò, che si deduce dal Corollario 9. del Castelli nel fine, Che le condizioni sono quelle, che diversificano i casi; e che trattandosi d'un fiume arginato, e premonito contro tutti gli effetti delle cause accennate non vale la dottrina allegata; che solo s'adatta al Tevere disarginato.

Al §. 9. Non s'applica l'esempio delle Lagune di Venezia con questo del Po, perchè in quello si trova l'acqua equilibrata, e senza contrasto, e qui disequilibrata, e col contrasto della corrente.

Nel §. 10. S' adduce un altra nostra obiezione.

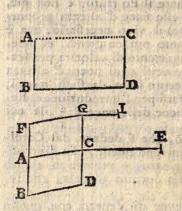
Il §. 11. Risponde col Corollario 8. del Padre Castelli, che non toglie imaginabilmente la difficoltà.

Al §. 12. S' aggiunge un altra risposta all' obiezone del § 12. ma si replica, che a noi non è mai occorso vedere, che l' acqua de' fiumi ne' siti stretti si alzi, e s' abbassi ne' larghi, bensì il fondo dell' alveo, che nel primo caso s' abbassa, e s' alza nel secondo, e se li Signori Ferraresi hanno luogo dove si faccia tale osservazione, sono pregati ad indicarcela, perchè possiamo soddisfarci. Ne' froldi si eleva qualche poco l' acqua di più, che nelle ripe opposte ad essi, e ciò nasce dall' impeto, che viene rintuzzato dal froldo; onde siccome tale alzamento è visibile, così dovrebbe molto più essere osservabile nel fiume, contro il quale tutto opera il vento, ma non si osserva, adunque ec.

Il ristagno del mare da noi non si niega, ma per vedere quanto operi nel nostro caso, considerisi la dimostrazione da noi esibita sopra questa materia.

Il §. 13. Il sentimento del Castelli intorno al reciprocarsi le sezioni de' fiumi colle loro velocità è dimostrato alla Proposizione 3. del Primo Libro, ed è replicata *in terminis* al Corollario 4 benchè ivi non esprima la proporzione. Il Baliani ripete lo stesso *de motu gravium* Lib. 5. Prop. 2., ed è assunto dal Torricelli *de motu gravium* Lib. 2. ed in fine pag. mihi 197. Il Riccioli Geografia riformata Lib. 6. cap. 29 pag 17. e pag. 10 *in terminis* ed abbenchè asserisca poi succedere qualche irregolarità, dimostreremo in questa materia quanto occorre.

Prima supporremo, che il Po corre sempre nel mare, o sostenuto, o nò da' venti, e dal gonfiamento del mare, la ragione è manifesta, perchè altrimenti in un tratto sormonterebbe tutti gli argini.

Secondo che durante gli impedimenti nella maniera di prima, quando il Po sarà elevato a quell' altezza, che esso più non accresca, o sminuisca, tanto d' acqua esce dallo sbocco, e corre per qualsisia sezione nel primo tempo, che nel secondo. Ciò pure è manifesto, perchè se lo sbocco scaricasse più acqua di quella che viene s' abbasserebbe il Po, se meno s' eleverebbe l' un e l' altro contrario al supposto.

Poniamo adunque, che A B, D C sia lo sbocco del Po nel mare, nel tempo, che è basso, e che l' acqua, che esso scarica in un dato tempo sia conformata in un prisma retto, di cui la base sia lo sbocco A B C D, certo è che avrà qualche altezza, o lunghezza, che supponiamo sia C E, e questa sarà la velocità media dello sbocco A B D C, e la quantità assoluta dell' acqua sarà un prisma, di cui la base A D, e l' altezza C E.

Supponiamo ora, che il mare si elevi, e con esso anche il pelo d' acqua del Po, e l' alzamento sia sino in F G, e lasciamo, che l' acqua del Po faccia la sua superficie permanente, cioè che più non si elevi, nè s' abbassi. Correrà adunque per la prima supposizione non ostante l' acqua del Po in mare, ma per lo sbocco fatto maggiore F D; e perchè si suppone che il Po non porti maggiore

nè

nè minore corpo d'acqua prima del gonfiamento del mare, di quello faccia dopo il gonfiamento, e che la superficie del Po già sia resa permanente, dovrà scaricarsi per l'apertura dello sbocco F D in tempo uguale la stessa quantità d'acqua, che si scaricava prima del gonfiamento; e perciò conformata questa quantità in un prisma, di cui la base sia lo sbocco F D, sarà la di lui altezza v. gr. G I la velocità media dello sbocco F B, perchè adunque il prisma d'acqua uscito dallo sbocco A D prima del gonfiamento, è uguale al prisma uscito dallo sbocco F D, saranno le basi di tali prismi reciproche all'altezze, ma le basi sono li sbocchi, e l'altezze sono le velocità, dunque le velocità saranno reciproche agli sbocchi, ma gli sbocchi hanno la proporzione delle altezze, adunque le velocità hanno fra di se proporzione reciproca delle altezze, che ec. S'applichi questa dimostrazione alle sezioni diverse dello stesso fiume, e lo stesso si dimostrerà di questa ec. nè vale ciò, che adduce il Riccioli, che i fiumi reali gonfiano più lontano dal mare, che vicino ad esso attribuendo la causa all'incontro de' flussi marini, perchè ciò non è vero, che nel tempo fuori delle maree, e nasce dagl'impedimenti, che fanno le sponde, ed il fondo al corso dell'acqua, le quali scemano quando il fiume s'avvicina al suo spianamento; e molto meno osta il soggiungere, che *fluvius non deonerat in mare tantam aquam, quantam ante æstum, sed immò recipit aquam a mare*, perchè ciò non è vero, che ne' primi momenti del ristagno, ne' quali sminuita la velocità, e non acquistata l'altezza sufficiente per fare la proporzione reciproca accennata resta trattenuta nell'alveo una parte dell'acqua del fiume, il quale perciò gonfia, ma giunto che sia il gonfiamento al segno, che le altezze, e le velocità si reciprochino, non si fa maggiore, e torna a scaricarsi nel mare la stessa quantità d'acqua di prima, segno di che si è il non trattenersi più alcuna parte d'acqua nell'alveo del fiume, e perciò non cresce l'altezza.

Nel caso poi del ritardo fatto dal vento, non si vede, come si nieghi da' Signori Ferraresi questa proposizione, *ma le altezze dell' acqua prima, e dopo il ritardamento non hanno proporzione sensibile*; perchè se il Cabeo osservando attentissimamente non ve la seppe trovare, come si potrà mai asserire, che il fiume trattenuto dal vento sia sensibilmente più alto, che non trattenuto, e poi se fosse sensibile tal differenza a cagione del vento non potrebbe cadere in controversia veruna, comecchè il corso del vento contrario essendo frequente, gli effetti sarebbero noti a chi si sia.

Al §. 15. Contiene un altra nostra opposizione.

Al §. 16. Quando il Po abbandonò l'alveo di Ferrara non lo lasciò del tutto sino all'anno 16. . . perchè nell' escrescenze correva verso Ferrara accompagnato con Panaro; onde le piene tutte di questo, che sboccavano in Po alto non mai andavano nel Ramo di Venezia; Quando poi Panaro fu obbligato a scorrere nel Po alla Stellata fu intrusa la piena di esso nel Po di Venezia, e trattenuta in esso Po quella parte d'acqua del Po, che prima nelle piene correva verso Ferrara. S'è dato dunque il caso, che il ramo di Venezia non avvezzo a portare nelle piene, che una parte dell' acqua del Po restò di slancio obbligato a portarla tutta, e di più tutta quella di Panaro, e pure non crebbe sensibilmente non ostante, che secondo il calcolo de' Signori Ferraresi, avrebbe dovuto per l'intromissione di Panaro alzarsi la piena di Po sette piedi, e tanto più quanto richiedeva l' acqua di esso nuovamente obbligata a correre pel ramo di Venezia. S'avverte poi, che il nostro argomento non ha forza sopra gli argini di Panaro da Bondeno alla Stellata, ma sopra quelli del Po dalla Stellata in giù.

Nel §. 17. Si trova espressa un'altra nostra obiezione.

Al

Al §. 18. Che risponde alla predetta opposizione si replica, che introducendo il Reno nel Po, o in un luogo, o in un altro, anzi non introducendolo non si varia la proporzione dell'acqua del Reno a quella del Po dedotta dal calcolo de' Signori Ferraresi come 1. a 4. $\frac{1}{2}$ comecchè essa dipende da un calcolo puramente aritmetico. Se poi tale proporzione sia consentanea alla ragione lo giudichi chi ha veduto l'uno, e l' altro de' fiumi predetti.

Il §. 19. Porta un altra delle nostre obiezioni, e si repete al §. 21.

Il §. 20. Esamina la proporzione dell'acqua del Reno, e del Po; ma si replica, che nè autore, nè ragione veruna suggerisce di misurare l' acqua de' fiumi colli stessi mezzi co' quali si trova la capacità dell'alveo dalla sua origine sino al fine, come quì si vede praticato, perchè volendo sapere l' acqua, che porta la piena d'un fiume, bisogna tener conto del tempo, che dura, e della velocità, colla quale corre, e la lunghezza dell' alveo non v' ha che fare; perchè più acqua non porterà il Reno per avere l' alveo sboccante al mare, di quello porti scaricandola nella valle. Ciò pensiamo possa bastare per fare apparire l'erroneità di tal metodo, per altro diremmo, che non si sa quali siano le misure, che s' adoprano per rinvenire li piedi cubi 479998800. che si dicono essere il corpo di tutta l' acqua del Reno, e per qual cagione in vece delle miglia 57. che paiono attribuite alla lunghezza dell'alveo del Reno, non si prenda tutta la distanza dal principio di esso al mare, come s'è fatto del Po, aggiungeremmo, che l' alveo d'un fiume non è dell'istessa altezza, e larghezza per tutto, e perciò volendo anche misurare la capacità d'un alveo non si può applicare la larghezza, e profondità d'una sezione a tutto il tratto di essi, particolarmente quando il fiume viene di tanto in tanto accresciuto da altri influenti ec. Il restante del calcolo come appoggiato sopra falso fondamento, e piuttosto adattato a misurare acque stagnanti, che correnti, si tralascia.

Al §. 22. Si risponde all'obiezione del §. 19. e 21. ma i Bolognesi replicano, facendo questo dilemma: o l'acqua del Po a lago scuro è stata sin ora qualche volta sostenuta da' venti, e flussi marini, o nò, se no, adunque tali cause non potranno operare almeno in tal luogo; se sì, adunque non ostanti tali impedimenti, non si eleva più di piedi 32., ma operando tali cause, si dice da' Signori Ferraresi, che il Reno alzerà il Po piedi 7. adunque 46. Reni de' quali si dice costare l'acqua del Po nella seconda replica, sarebbero d' altezza piedi 322. Tale esorbitanza non si può dire, adunque bisogna dire, che l'acqua del Reno non alzerà il Po piedi 7. nè 4., nè 3.. nè 2., nè 1. ma solo once 8. $\frac{2}{3}$ come nasce dal dividere li piedi 31. o 32. di altezza del Po egualmente in Reni 46.

La verità si è che l'acque nell'alzarsi di corpo accrescono la velocità: che i venti contrarj non ritardano loro il corso sensibilmente, e che i flussi marini operano, che minore altezza fa un fiume tributario, aggiunto ad un reale, in tempo, che è ristagnato, che quando corre liberamente senza ristagno. Nè vale a dire, che il Reno s' introdurrà in luogo dove manca la caduta, e comincia il ristagno, e perciò ivi farà maggiore l'altezza, perchè dato anche tal supposto non vero, già si discorre d' introdurlo nel luogo, dove operando tutto quello, che possono i venti contrari e flusso marino il Po non s' eleva più di piedi 31. e 32. cioè a dire dove è costituito in tal velocità da scaricare coll' altezza di once 8. 4. come viene calcolato dai stessi Signori Ferraresi, un corpo d' acqua eguale a quella di Reno.

Che

Che dunque s'ha da dubitare della verità del nostro calcolo; mentre anche lo stesso de' Signori Ferraresi appoggiato sopra i loro supposti non ne da di vantaggio.

Al §. 23. Che l'opinione del Castelli non si dimostri per vera, non si fa caso, ma ciò non si verifica della proposizione sulla quale abbiamo appoggiato, comecchè dimostrata, e concordante coll' esperienze, anche a vantaggio dell'operazione, anzi col detto conforme di più testimonj esaminati nelle visite Borromea, e presente, che depongono, che Panaro alto non fa che crescere Po alto più di mezzo piede; e chi dubita, che Panaro, e Reno non siano due fiumi d'egual quantità d' acqua?

Al §. 24 Che non si possono calcolare le quantità d'acque col fondamento della sola proporzione della velocità senza sapere la quantità di questa, è sentimento non uniforme a quello di chi ha scritto sopra questa materia, e dimostrato in più luoghi da diversi autori altre volte citati, anzi senza tal proporzione, o abbiasi in termini reali, o pure altratti non si può fare cosa buona, Perciò non ci estenderemo a rispondere a questo nuovo sentimento.

SCRITTURA

De' Bolognesi sopra li tre Articoli XIII. XIV. XV. che sono.

XIII. *Se si accresceranno gl' interrimenti nel Po con perdita del porto di Goro, e degli scoli del Polesine di Ferrara.*

XIV. *Se la linea del Po Grande dopo il taglio Veneto si sia prolungata, se ciò possa succedere senza rialzamento di fondo.*

XV. *Degli effetti che ha prodotto nel Po Grande l'introduzione di Panaro.*

CErto è che gl' interrimenti del Po non possono figurarsi che alla foce, o per dir meglio sopra gli scanni, e spiagge del mare, non mai nell'alveo proprio, perchè dove è velocità di moto non siegue interrimento, ma nell'alveo del Po si trova in ogni stato velocità di moto, adunque nell'alveo del Po non succederà interrimento.

Considerando adunque gl'interrimenti degli scanni, si dice, che bisogna distinguere l'articolo in più casi. Il primo è che il Po si sparga per qualche sacco di poco fondo, piuttosto Laguna, che mare. Il secondo, che s'incammini parallelo alla spiaggia. Il terzo, che s'inoltri a dirittura nel mare. Il primo caso è succeduto dopo il taglio Veneto detto di Porto Viro, quando il divertito dal Ramo delle fornaci fu voltato nella sacca di Goro, ed in tal stato di cose non v'ha dubbio, che succedono interrimenti, come dipoi è seguito obliterandosi la detta sacca intieramente, ed il simile ha fatto il Lamone in quella di testa d' Asino. Interrita la sacca di Go-

Goro, e cessato il primo caso, n'è seguito il secondo, mentre ora si vede da il ramo della Donzellina inoltratosi considerabilmente non nel mare, ma radente la ripa di esso fino ad unire le acque proprie con quelle del ramo d' Ariano, e ciò fa ben sì una grandissima apparenza d'interrimento, perchè ordinariamente si misura colla lunghezza del fiume, ma in sostanza è poco, se si riferisce al ritiro del mare, che è quello, che nel nostro caso bisogna considerare. Il terzo caso finalmente si vede ne' rami della Doana, e della Balliona, che più degli altri sboccano a dirittura nel mare. E questi non ostante portino il maggior corpo dell'acqua, poco s'avanzano nel mare, e per conseguenza pochi sono gl' interrimenti, che da essi procedono, e sempre minori si renderanno quanto più s' avanzeranno a trovare il profondo del mare.

Non neghiamo, che per l'accrescimento dell' acque del Reno a quelle del Po non succedano alluvioni maggiori delle presenti, non tanto però quanta è la proporzione della torbida di Reno a quella del Po, ma molto minore, perchè attesa la velocità, che aggiungerà il Reno a quella del Po, tanto più saranno portate al largo del mare le torbide, e perciò saranno deposte nel più profondo senza manifestarsi sopra acqua.

Si considerano gl' interrimenti predetti, o in ordine a se medesimi, o in relazione degli effetti, che possono produrre. In ordine a se certo non sono perniciose, perchè aggiungono terra all'abitazione degli Uomini, e Popoli alla giurisdizione del Principe. Gli effetti poi di essi non si vedono asseriti, che due, cioè del Porto di Goro, ed intersecazione, e prolungamento della Linea de' condotti, o siano scoli del Polesine di Ferrara.

Rispetto al primo si dice, che il Porto di Goro, o sia d' Ariano non si perderà, anzi si migliorerà coll'introduzione di Reno in Po, e si prova così: l' accrescimento dell' acqua ne' fiumi, che sboccano al mare profonda la loro foce, non ostante tutti gl'interrimenti laterali, adunque unendosi l'acqua di Reno a quella del Po si profonderà maggiormente la Bocca di questo nel mare; e tanto più profonda, e capace si renderebbe, se fosse vero, che la proporzione del Reno pienissimo nel Po pienissimo fosse quella di 1. a $4. \frac{1}{2}$ ma le foci de' fiumi son quelle, che in queste spiagge per lo più si chiameranno porti, adunque si renderanno tanto più profondi li porti; ma questi tanto sono migliori quanto più profondi, adunque i porti, tra i quali quello di Goro, si renderanno migliori. Secondo, l' esperienza ha mostrato, che dopo, che fu voltato Panaro al Po Grande, ed obbligata tutta l' acqua di questo a correre pel ramo di Venezia, il Po d' Ariano s'è maggiormente scavato, adunque voltandovi anche il Reno maggiormente si scaverà, l'antecedente è dimostrato dal Sommario 14. della nostra ultima Scrittura, e la conseguenza è manifesta. Terzo. se il Ramo della Donzellina s' unisce stabilmente, come di già ha cominciato a fare, con quello d' Ariano, chi negherà che l'unione di queste due acque sboccando con maggior forza nel mare non radesse in gran parte lo scanno, che sta d'avanti al Porto di Goro, e non aggiungesse maggior corpo d' acqua al medesimo? due condizioni sommamente desiderabili per renderlo in buono stato, ma tale unione sarebbe più presto il Po unito all' acque di Reno, che solo, adunque l'acqua del Reno coopererebbe a rendere più presto migliore il Porto di Goro.

Rispetto poi alli scoli del Polesine di Ferrara, il danno de' quali si dice consistere nel prolungamento della linea, questo non si può stimare, che col considerare la loro natura, e gli effetti di detto prolungamento, la caduta di

di 13. o. 6. del Cavo del Barco ſino al mare miſurata nella viſita Corſini, diſtribuita che ſia in miglia 50. da per miglio once 3. piedi 1. $\frac{14}{25}$ ſuppo- niamo, che la linea s'accreſca miglia 10. allungamento da non ſuccedere in molti ſecoli, in maniera, che la detta caduta di piedi 13. o. 6. s'abbia da diſtribuire in miglia 60. ed allora ne verrà per miglio once 2. piedi 7. $\frac{3}{10}$ e perciò ſaranno l'acque de' ſcoli meno inclinati al piano baſſo del mare once o. piedi 6. $\frac{13}{50}$ per miglio, differenza inſenſibile, e da non partorire ef- fetto veruno. Altra dunque è la cauſa del deterioramento degli ſcoli del Po di Ferrara, ed alle allegate nella noſtra ſcrittura al §. 9. *verſo per ac- certarſi ec.* non laſciamo d'aggiungere, che le bonificazioni ſubito dopo fat- te appariſcono di ſuperficie più alta, di quello ſiano dopo qualche tratto di tempo, la ragione ſi è, che il terreno bagnato per lungo tempo dell' acqua ſi fa poroſiſſimo, e leggiero, e però s'alza di ſuperficie, ma aſciu- gato che ſia comincia a condenſarſi, e conſeguentemente ad abbaſſarſi; adun- que è poſſibile, che le bonificazioni del Poleſine di Ferrara, in tempo, che erano più alte poteſſero ſcolare, ed ora, che ſono più baſſe ſiano reſtate prive di ſcolo non per difetto de' condotti, o del prolungamento della li- nea di eſſi, ma per colpa de' medeſimi terreni abbaſſati di ſuperficie. Final- mente ſe tutto ciò non oſtante, ſaranno capaci di ſcolo lo potranno avere nel Po di Volano, ſenza temere (ſecondo lo ſtato preſente di coſe) mai più prolungamento di linea.

Al Secondo Articolo.

SI riſponde, che il prolungamento della linea del Po ſi dee intendere in due maniere, paragonando cioè lo ſtato preſente, o coll' antico, prima del taglio di Porto Viro, o col più moderno dopo ſeguito det- to taglio. Comparando lo ſtato preſente coll' antico del Po, delle for- naci, diciamo, che la linea preſente ora è più breve dell' antica, come ſi può vedere dalle piante dell' uno, e dell' altro, ma nell' altro paragone non neghiamo, che il corſo preſente del Po non ſi ſia avanzato nel mare più di quello foſſe immediatamente dopo il taglio Veneto; non però tanto, quan- to ſi ſuppone da chi miſura l' allungamento pel ramo della Donzellina, mentre dee prenderſi allo sbocco maggiore, cioè alla Balliona, e alla Doana.

Se il prolungamento della linea operi, o nò nell' alzamento del fondo de' fiumi, che corrono quaſi che orizzontale, non ci arriſchiamo di determinar- lo, ma ſuppoſto che sì, ci aſſicuriamo bene di dire, che tale alzamento non può renderſi ſenſibile in pochiſſima pendenza quale è quella del Po, ed in così grande diſtanza. Aggiungiamo, che introdotto che foſſe Reno nel Po di Lombardia, comecchè neceſſariamente ſcaverebbe il fondo del Po per augumento dell' acqua, ſarebbe eſſo il rimedio del rialzamento del fondo procedente dall' allungamento della linea.

Al Terzo Articolo.

GLI effetti di Panaro dopo la ſua introduzione nel Po ſono molti.

Prima il Po s' è profondato, ed allargato corrodendo molte ſpiagge arenoſe che aveva nel fondo.

Secondo le piene del Po dopo l' introduzione di Panaro ſi ſon fatte ſempre meno alte, come coſta da' confronti regiſtrati nel libro intitolato *Raccolta di ſcritture concernenti la rimozione del Reno ec.* a Car. 84. num. 8. 9. 10. 11. 12.

Anche nella viſita ultima è ſtato moſtrato alla Chiavica Pilaſtreſe un ſegno, che nella viſita Borromea fu detto di guardia, ed in queſta di ſomma eſcreſcenza; ſotto il quale però la piena delli 13. Giugno proſſimo paſſato è reſtata once 17., e pure per confeſſione di tutti queſta è ſtata una delle più grandi, non mancandovi anche ſecondo il ſenſo de' più ſcrupoloſi, che due, o tre once al più per arrivare al ſegno delle maſſime eſcreſcenze, e biſogna neceſſariamente foſſe così, perchè ſe in alcuni luoghi ſono ſtati neceſſarj li ſopraſogli, perchè l'acqua non ſormontaſſe gli argini, creſcendo once 17. di più ſarebbe ſtato quaſi impoſſibile il difenderſi.

Terzo non ſono perciò ſeguite tante rotte, come per l'avanti, come coſta dal Sommário ſettimo della Scrittura de' Signori Ferrareſi, dove ſi numerano otto rotte ſeguite nel Po dell'anno 1561. ſino al 1596. e ſole tre dal 1596. al 1686., ed in queſto intervallo cominciò a corre Panaro nel Po di Venezia.

Quarto il Ramo d'Ariano s' è reſo più profondo di prima, come già s' è detto ec.

SCRITTURA

De' Bologneſi al foglio de' Signori Ferrareſi ſopra la materia degli articoli XIII. XIV. XV. che ſono.

I. Se ſi accreſceranno gl' interrimenti nel Po con perdita del Porto di Goro, e degli ſcoli del Poleſine di Ferrara.

II. Se la linea del Po Grande dopo il taglio Veneto ſi ſia prolungata, e ſe ciò poſſa ſucedere ſenza rialzamento di fondo.

III. Degli effetti, che ha prodotto nel Po Grande l'introduzione di Panaro.

Circa il Primo.

Al §. Al primo de' quali ec.

ALtro è l'interrimento dell'alveo del Po, o ſia alzamento del di lui fondo, altro quello alla foce, ed altro, che ſi fa lateralmente ſulle ſpiagge. Riſpetto alli primi due coſtantemente ſi niega ſiano per ſeguire con tutta l'introduzione di Reno, e ſe n'è detto nel noſtro foglio il perchè; e riſpetto al terzo ſi concede, ma non ha che fare colla perdita del Porto di Goro, che ſi trova alla foce del Ramo d' Ariano, non nelle ſpiagge, dove ſuccedono le alluvioni. In particolare degli ſcoli del Poleſine di Ferrara, s'è ſufficientemente eſaminato nel noſtro foglio al §. *Riſpetto poi alli ſcoli ec.* il che crediamo poſſa baſtare per eſcludere l' aſſerzione contraria.

Circa il ſecondo.

Al §. Si riſponde ec.

NEL ſenſo inteſo da' Signori Ferrareſi ſi concorre nell'aſſerire l' allungamento della linea del Po, col rifleſſo però di tutte l'altre conſiderazioni fattevi ſopra da noi.

Al §. Che poi queſta prolungazione ec.

Se l'alzamento del fondo del Po a cauſa dell'allungamento della linea, non

non avesse altro fondamento, che l'asserito in questo §. da noi assolutamente si negherebbe, e non se ne sospenderebbe il giudizio, come si fa sul riflesso d'altre più potenti ragioni. Poichè non sussiste, che in tanto s'allunghi la linea, in quanto s'interrisce la foce, ma solo perchè le deposizioni laterali fatte sopra spiagge di poco fondo formano le ripe, dove antecedentemente non erano, lasciando però sempre la stessa apertura allo sbocco, che per tal causa continuamente s'avanza. Secondariamente il dire, che il fiume prova difficultà a sboccare nel mare, non ha che fare col prolungamento della linea; perchè quando succeda, come molte volte accade ne' rami minori particolarmente contrastati dalle borrasche, si aprono questi altro sbocco più breve, e più facile ad altra parte, e perciò più presto s'abbrevia, che s'allunghi la linea. Terzo l'impedimento, che fa il fondo nello sbocco, o dell'alveo al corso dell'acqua cagiona sì, che la velocità del fondo *ex natura rei* maggiore, che nel mezzo, diventa minore; ma però non come si asserisce quasi stagnante in maniera da lasciare deporre le torbide, altrimenti seguirebbero continui alzamenti negli alvei de' fiumi, e tutte le foci di essi in breve tempo si obliterebbero.

Da questi motivi addotti non siamo persuasi, che al prolungamento della linea debba necessariamente susseguire in ogni caso l'elevazione del fondo de' fiumi; certo nel Po non se ne trova indizio veruno, non ostante la linea più lunga, come si dice, di 14. miglia.

La nostra difficultà consiste in determinare, se quando il fiume per l'abbondanza dell'acque ha acquistato tanto di velocità da superare la contiguità delle parti constituenti il proprio fondo, fino a ridurle ad un piano orizzontale, possa perderla col prolungamento della linea; e perchè non sappiamo per ora determinarlo siamo sforzati di tenere in sospeso la risoluzione di questo quesito. Camminando però secondo le regole comuni de' fiumi minori, che richiedono inclinazione di fondo, sappiamo di certo non potere tale alzamento, quando vi fosse, riuscire, che insensibile.

Circa il Terzo.

Al §. Sono li seguenti ec.

CHE il Panaro faccia crescere l'acqua del Po non si niega, essendo giustificato il di lui alzamento circa mezzo piede. L'impedimento delle Chiaviche è effetto del Po, non di Panaro, e per applicarlo a quest'ultimo bisognerebbe mostrare o terreni perduti per difetto di scolo dopo l'introduzione di Panaro, che non si possono dedurre, anzi piuttosto noi potremmo addurre in contrario la bonificazione di sotto, e di sopra, che scolano alle Chiaviche della Ca Rossa, e di Occhio Bello fatte dopo la rivolta, non solo di Panaro, ma di tutto il Po nel Ramo di Venezia, o pure fare apparire quale, e quanto sia il deterioramento della caduta delle Chiaviche predette colla comparazione dello stato antico col moderno, che noi crediamo migliorato dal considerare, che determinando li Signori Ferraresi nel loro foglio la estremissima bassezza del Po, forse da misure più antiche, alla soglia della Chiavica Pilastrese, in oggi molto più s'abbassa, come dal detto comune di più testimonj esaminati in questa visita, come di fatto s'abbassano le soglie dell'altre Chiaviche, come di quella della Massa, e più anticamente della Pilastrese.

Al

Al §. Causa pure ec.

Quello, che s'è detto nel nostro foglio antecedente in questa materia, si repete in questo caso.

Al §. Ha causato nel Po ec.

Che li froldi descritti siano effetti di Panaro ha bisogno di gran prova, non bastando le fedi allegate per dilucidarlo.

Al §. Ne occorre ec.

Concediamo, che li froldi, che si trovano a Lago scuro uno di rincontro all'altro, sieno effetto dell'accrescimento dell'acqua del Po per intromissione di Panaro; ma non li crediamo causati, che dall' angustia dell' alveo, che si ritrovava in quel sito, quale cessando, esse pure terminano, come che non hanno causa perenne, come gli altri.

Al §. Ha apportati ec.

L'isole si formano ne' fiumi per più cagioni. La materiale certo è la sabbia, e lezza portata da' fiumi; l'efficiente poi è un rallentamento di moto fatto in quel sito da qualsisia causa, ma niente di ciò prova, che il Bonello della Stellata sia stato fatto da Panaro, essendo notato nella visita Centurioni, più antica della di lui introduzione, nè che l'alveo del Po sia stato interrito da Panaro, se non in quel luogo particolare; in cambio del quale se l'avrà presa in altra parte quanto li bastava, o pure per la troppa dilatazione si sarà ristretto in alveo sufficiente, e non eccedente. Che sia accresciuto detto Bonello non si niega, ma l'accrescimento non prova cosa alcuna di più di quello che faccia la sua prima produzione.

Al §. Nè può dubitarsi ec.

Che essendosi affondata una Barca di Botti in Panaro, ed alcuna di queste sia stata portata sul Bonello della Stellata, non prova, che tale traslazione sia stata fatta dalla corrente di Panaro, mentre può esservi stata spinta dal vento, o dall'impeto concepito nel venir giù per Panaro galleggiando, che l'abbia fatta trascorrere dalla corrente di Panaro in quella del Po, e da centomila altre cause differenti da quello, che si pretende provare.

Al §. Secondariamente ec.

Rispetto all'interrimento del Po, già s'è detto quanto occorreva in questo, ed altri fogli; nè quì si prova con maggiori argomenti, che gli argini sieno stati rialzati, cioè ritornati alla primiera loro elevazione, poco prima della visita Borromea può essere, perchè tutti gli argini, particolarmente, che servono per vie pubbliche, come quelle del Po, col tempo s'abbassano, ed hanno bisogno di riparo; ma che si sieno elevati di più per l' interrimento del Po, o per l'alzamento delle piene si niega, anzi s' è mostrato il contrario altre volte, da' confronti delle misure della visita presente, con quelle delle più antiche, e rispetto all' alzamento degli argini del Po d' Aria-

Ariano abbiamo detto quanto occorreva nel congresso antecedente.

Al §. S' aggiungono le rotte ec.

Anche nella visita Corsini furono esagerate le rotte seguite negli argini di Panaro, dopo che dal Signor Cardinale Capponi fu intieramente rivoltato al Po Grande, e si dicevano seguite come ora per cagione di detta introduzione; ma quando questo degnissimo Prelato volle saperne il netto, trovò, che dette rotte erano seguite per causa di topinare, e ne restò assoluta la rivolta di Panaro. Ciò costa dal rogito fatto dal Notaio Donati li 16. Aprile 1625. e dalla Relazione di Monsignor Corsini predetto al § *La verità si è ec.* e fu la cagione, che l'obbligò a soggiugnere: *non posso qui astenermi di dire, che si converrebbe in somiglianti negozj camminare più sinceramente.*

Al §. Siccome in esso Po ec.

Che sieno seguite, rotte negli argini del Po, non si contrasta. Vediamo bene, che dopo che Panaro corre nel Po, succedono meno frequenti di prima; onde piuttosto, se da ciò dovesse prendersi argomento, dovrebbe dirsi, che Panaro è il rimedio delle rotte, non la cagione, tralasciando di notare quello che si dice in proposito della rotta alla Trombona, cioè, che essa seguisse nel sito della Coronella più forte, perchè ciò involve una manifestissima contradizione.

RISPOSTA

De' Bolognesi agli Articoli XVI. XVII. che sono.

I. Se messo il Reno in Po Grande si sia provveduto d' un rimedio reale alla parte destra del Po di Primaro.

II. Di che spesa possa essere questa introduzione.

Circa il primo.

IL nome di rimedio reale può avere diverse significazioni. Prima può intendersi per sicuro, Secondo per perpetuo, Terzo per adequato, Quarto per universale.

La perpetuità all' immissione del Reno nel Po, non si può negare, perchè, se in diversi tempi è corso nel Po, e se abbandonato, ha sempre tentato di unire la propria alla di lui corrente, non si dee dubitare, che facendosi ciò con buona regola, non sia per mantenersi in eterno possesso di tributare l'acque proprie al suo sovrano.

La sicurezza pure è manifesta dal detto fin' ora in risposta degli articoli proposti dall' EE. VV., onde per questi due capi non si può temere, che non sia rimedio realissimo.

Che

Che poi il mettere il Reno nel Po sia rimedio adequato a tutti li danni a destra del Po di Primaro, dipende dalle seguenti osservazioni.

Tutte le bonificazioni si fanno, o per essiccazione, o per alluvione. Per essiccazione, quando si ha luogo basso dove derivare l'acque stagnanti sopra i fondi bonificabili, come s'è praticato in quelle di Mellara, Bergantino, Stienta ec. sulla sinistra del Po, ed in quelle del Polesine di Ferrara alla destra. Per alluvione poi, quando i fondi sono tanto bassi, che non possono avere lo scolo, o al mare per la nostra distanza, o poca caduta, o in qualche fiume reale di gran fondo per mancanza di esso in quei contorni.

Essendo che li terreni a destra del Po di Primaro sono di diversa condizione, bisogna perciò distinguere quelli, che non sono bonificabili, che per alluvione. Certo che la valle del Poggio di Marrara ec. se non per lo passato, almeno oggi è tant'alta di fondo, che può quasi del tutto essiccarsi, derivando l'acque vive del Reno nel Po Grande, e regolando gli scoli verso quella parte, che più si credesse opportuna, la quale noi pensiamo possa essere il canale della navigazione tra Bologna, e Ferrara Se poi fosse praticabile di voltare anche la Savena nel Po medesimo, non v'ha dubbio, che si scoprirebbero tutti li terreni situati a destra del Po d'Argenta, sino tutto il Traghetto, ma supposto, che ciò non sia fattibile, o per la lunghezza della strada, o per l'intersecazione de due Polesini, bisogna voltare il pensiero alla considerazione, se la caduta di questo fiume al mare sia tanta da sperarne buon successo.

Noi troviamo la caduta di Savena dal dosso del Penna sopra il pelo alto di Primaro immediatamente sotto il Cavedone di Marara piedi 8. 3. 8., come nel Sommario 22. della nostra Scrittura; ci par pure di potere determinare la caduta del detto pelo di Primaro, sopra il pelo basso del mare piedi 17. 8 3; adunque la caduta del dosso del Penna sopra il pelo basso del mare sarebbe piedi 25. 11. 11. tal caduta al certo non è sufficiente per portare la torbida della sola Savena al mare, ma dovendosi unire con gli altri fiumi inferiori Idice, Quaderna ec. può esser che tal caduta per tutti bastasse, particolarmente se si ritornasse il Lamone nel Po a S. Alberto, che servirebbe per cavarli maggiormente il fondo, ed aggiungere caduta proporzionale a' fiumi superiori.

Sia quello, che si voglia intorno questo particolare, certo è, che siccome in tutti li tempi è sempre stato creduto, che le valli superiori possano bonificarsi per essiccazione; così è stato tenuto per fermo, non potersi far ciò nelle inferiori, che per alluvione, e perciò a tal fine furono al tempo di Paolo Quinto voltati tutti li fiumi inferiori nelle valli a destra di Primaro, acciò riempiendole, acquistassero coll'elevazione de' proprj fondi la necessaria caduta per iscolare l'acque proprie, e facessero sponda a' fiumi, che vi scorrevano dentro. Se ciò sia sufficientemente ottenuto lo sapranno meglio di noi i Signori Romagnoli, che hanno la pratica del Paese, e della misura delle alluvioni seguite. Il che principalmente dipende dall'osservare, se li fiumi Senio, e Santerno, dopo la loro introduzione nel Po di Primaro, abbiano stabilito il proprio fondo, o pure continuamente lo elevino; perchè da ciò può dedursi ciò, che dovesse succedere a quelli, che sboccano in Marmorta, ed a Savena medesima.

Perciò, o gli alzamenti seguiti nelle valli inferiori sono sufficienti, o nò. Se sono sufficienti, divertito che sia Reno nel Po Grande, basta attendere al regolamento de' fiumi inferiori, ed a quello delli scoli, che vi stanno intermedj, e s'avrà una bonificazione adequatissima. Se nò, bisogna dire,

 che

che non è anco venuto il tempo da consolare intieramente li popoli di quella parte; ma non perciò dovere trascurarsi di sollevare gli altri che possono avere il rimedio facile, e pronto.

In ogni caso, quand' anche la rimozione del Reno accennata non fosse rimedio adequato, e curativo di tutti li mali, non lascia però d' esserlo universale [che è la quarta intelligenza del reale] perchè ognuna delle tre Provincie non lascerà di sentirne molti buoni, e desiderabili effetti.

Rispetto a Bologna.

PRima assicurerà il suo territorio dalle rotte, che ora possono seguire dal luogo della diversione in giù.

Secondo escavandosi a quel segno, che si prova dalla delineazione della cadente, l' alveo del Reno, cesserà la necessità che presentemente si ha di alzare maggiormente gli argini, e di costituirne di nuovi.

Terzo, si renderà lo scolo perduto a' terreni, che hanno l' esito immediato nell' alveo del Reno, come quelli di Bisana, e gli altri situati nella Penisola fatta dalla confluenza di Reno, e della Samoggia, e tal benefizio è evidente, che non si può ottenere, che dall' introduzione del Reno nel Po.

Quarto, non si spanderanno più sulla ripa destra del Reno verso le valli del Poggio le piene del Reno, e perciò.

Quinto non s' avanzeranno più l' inondazioni all' insù, come anno fatto fino al presente, anzi si riacquisteranno i terreni perduti, e si scopriranno molti altri, che non hanno mai veduto l' occhio del sole.

Sesto, li scoli averanno esito felice.

Settimo, i molini della Ca gioiosa, e gli altri situati sul canale Naviglio dal Bentivoglio in giù, acquisteranno le sue cadute a benefizio de' Popoli abitanti in que' contorni.

Ottavo si stabilirà una navigazione perpetua, e continua, senza bisogno di Traghetti non solo da Bologna a Ferrara, ma fino a Venezia.

Nono la Valle di Diolo resterà esente da' regurgiti di quella di Marara, a' quali presentemente è soggetta, e se si regolasse la Savena, resterebbe intieramente bonificata.

Decimo la valle di Marmorta restando esente dalle Pavesane di Reno, non si eleverebbe più alla gonfiezza presente; e potrebbesi in gran parte ridurre a coltura, regolando, e stabilendo le linee a' fiumi Idice, Quaderna, e Sillaro, e liberandola da' regurgiti de' fiumi inferiori col benefizio delle Chiaviche.

Undecimo, si restituirebbe la pristina salubrità all' aria, ora infettata dalli avanzamenti, ed accostamenti della Valle alla Città, ed in fatti ora riesce di certo pericolo abitare la pianura l' estate, perchè la maggior parte di quelli, che vi si portano a villeggiare, ritornano alla Città infermi, cosa e' tempi andati insolita in questi paesi.

Ri-

Rispetto a Ferrara.

PRrimo. S'afficurerà da tutte le rotte a finistra del Reno, alle quali ora è così soggetta, particolarmente nella S. Martina, e sebbene dovrà difendersi da quelle a destra, ciò però sarà nel breve tratto di 3. in 4. miglia, e poco sarà il pericolo per la deficienza de' froldi.

Secondo, resterà esente dalle rotte, che possono succedere a destra di Panaro nelle parti superiori sino al Bondeno, anzi per tutto il tratto, non avendosi memoria, che dal Bondeno in giù sieno succedute mai rotte.

Terzo, assicurerà, oltre la San Martina, anche tutto il resto della riviera a destra del Po di Primaro.

Quarto, acquisterà un gran tratto di paese dentro il circondario delle valli di Marara, ora vallive, e Boschino, e tutto il terreno situato sulla ripa destra del Reno da Gallino in giù resterà esente dalla di lui inondazione, e ridurrassi ad una perfetta, e sicura coltura.

Quinto, ricupererà la navigazione con Bologna resa disperata nello stato presente di cose, nella conformità detta di sopra.

Sesto, con disfare le valli del Poggio, e di Marara renderà molto più salubre l'aria della Città di Ferrara, e se l'allontanamento della valle San Martina le ha apportato in questo particolare tanto benefizio, quanto ne può ella sperare dall' efficcare l'altre del tutto?

Settimo, si libererà anch' essa dalla spesa del continuo rialzo degli argini del Reno sul proprio territorio, anzi si porrà in sicuro da un evidente precipizio, che col tempo li minaccia Reno ritenuto nella parte di sopra della Città, perchè dovendosi sempre più elevare di fondo, arriverà a tant' altezza, che non potrà più trattenersi fra gli argini.

Ottavo, si diminuiranno li pericoli, che apporta l'acqua di Reno corrente di Primaro al Polesine di S. Giorgio, e si scemeranno di molto, se pure non si toglieranno affatto, le sorgive, che insterilisscono.

Nono, le valli di Comacchio si renderanno esenti, se non intieramente, almeno in parte dalli pericoli delle rotte, il che ridonda in sicurezza degli scoli del detto Polesine.

Decimo, nel circondario delle valli di Marmorta si acquisteranno molti terreni, parte perduti, parte sempre stati vallivi.

Undecimo, la terra d'Argenta resterà sollevata dal timore, e dal danno, in che ora si trova.

Rispetto alla Romagna.

PRima, si libererà dalle espansioni, che si fanno a destra del Po di Primaro, o perchè il Po predetto non si eleverà tanto, come ora, o perchè, rimosso il Reno, può essere lasciata in libertà da difendersi con argini, e perciò.

Secondo, si scoprirà gran quantità di terreni ora perduti, tanto nelle valli di Marmorta, quanto nelle inferiori.

Terzo, si migliorerà di scolo incomparabilmente, e li condotti non così presto s'interriranno, come adesso a causa delle espansioni del Po.

Quarto, si sminuirà il pericolo delle rotte ne' fiumi Senio, e Santerno per avere più felice lo scarico, e potrà arginarsi quest' ultimo fino al suo sbocco, con utile grandissimo delle campagne agiacenti, le quali ne' siti bassi potrebbero godere il benefizio delle alluvioni per via di Chiaviche.

Quinto, il miglioramento dell' aria anco in questa parte non è sprezzabile.

Sesto, s' assicureranno le bonificazioni fatte in questo secolo, le quali per altro sono in pericolo di perdersi per accrescersi sempre più l' acqua del Reno nel Po di Primaro.

Settimo, molti molini perduti per mancanza di caduta torneranno al suo essere primiero per l' abbassamento dell' acqua del Po.

Vi saranno forse altri considerabili benefizj, che a noi non possono esser noti, perchè privi della necessaria esattissima informazione della Romagnola, e Romagna; ma questi potranno esser notificati all' EE. VV. dalli Signori Ravegnani, che sapranno bene esattamente rappresentarli.

Circa il secondo.

LA spesa della rimozione del Reno dalle valli ed introduzione nel Po, non può precisamente determinarsi, senza un' esatta livellazione de' terreni, per li quali si dee fare il di lui alveo, la quale non essendo ora stata fatta, nè accordata l' antica de' Signori Ferraresi, non può determinarsi cosa veruna. Immaginandoci però, che per ora possa bastare all' EE. VV. a un dipresso la notizia della quantità di detta spesa, non lasciamo di rammemorare loro, che a car. 131. della nostra *Raccolta di varie Scritture ec.* si trova calcolata la spesa necessaria alla sesta diversione di Monsignor Corsini, che ascende alla somma di scudi 162364 dalla quale nella nostra ultima proposta, dovrebbero detrarsi scudi 30000. per le Chiaviche di Burana, e Botte sotterranea per il Canalino di Cento, ed altri scoli, spesa non necessaria nel nostro caso in maniera, che si ridurrebbe a scudi 132364. S' agginnge, che molto meno costa per la di lei maggior brevità ec. la costruzione dell' alveo per la nostra ultima linea; ma computando l' eccesso per quello si dovrebbe spendere in elevare gli argini del Canalino di Cento, si crede, che la spesa poco si scosti dalli scudi 132364.

Similmente a car. 31. si calcola la spesa necessaria per la diversione di Reno da Mirabello a Palantone, scudi 235526., ma circa la metà basterebbe nella nostra linea avanzandosi tutto l' alveo dal Po di Ferrara fino a Palantone.

S' avverte, che l' alzamento degli argini del Po quando fosse creduto necessario per l' accrescimento dell' altezza nelle piene, con tutte le abbondanze, che imaginabilmente si possan dare, non ascenderebbe mai alla spesa di scudi 80000. dal che si conosce, che computando la spesa necessaria per la diversione di Reno, per l' alzamento degli argini del Po, per la navigazione, per lo regolamento de' scoli ec. non oltre passerebbe mai, anzi non arriverebbe a scudi 250000. spesa tollerabile, e facile ad esigersi, o in frutto, o in capitale senza veruno reclamo dalle Provincie interessate.

Finalmente quando venisse il caso, si farebbeto esattissimi scandagli, e siamo certi, che da essi apparirebbe la spesa molto minore dell' enunciata.

AN-

ANNOTAZIONI

De' Bologneſi al foglio de' Signori Ferrareſi ſopra li punti primo, e ſecondo, che ſono.

I. Se la nuova linea independentemente dalla caduta de' mezzi, quella che ha dal termine a quo ad quem, ſia ſufficiente per condurre l'acqua al mare.

II. Con qual regola debba proporzionarſi il nuovo alveo, e ſe in eſſo potranno mantenerſi incaſſati li fiumi, che vi s' introdurranno.

Circa il primo.

Al §. Primo. LA lunghezza della linea, che moſtra la pianta comunicata è di miglia 70. di Ferrara, e di Bologna qualche coſa più di miglia 49 noi la ſupponemmo nella noſtra prima Scrittura miglia 55. quale ce la moſtrano le carte Geografiche, e la diſtanza itineraria. Ora aſſumendo queſta li Signori Ferrareſi, biſogna ſi dichiarino di quali miglia parlino, acciò ſi poſſa fare il calcolo della caduta.

Al §. Secondo. La caduta della linea dal punto della diverſione del Reno, ſino al pelo baſſo del mare è ſtata da noi calcolata dalle miſure preſe nella viſita piedi 73. 9. 0. ed accreſciuta di piedi 8. rieſce piedi 81. 9. 0. non ſappiamo però con qual fondamento venga calcolata in queſto §. piedi 88. 8. 0.

Gli autori, che parlano della caduta neceſſaria de' fiumi torbidi ſtabiliſcono la 24. ma: della centeſima di tutta la lunghezza, e noi non l' impugnamo, quando ſi parla di ſola torbida, ma quando ſi tratta del fondo ghiaroſo, l' eſperienza dimoſtra l' aridità, come appariſce dalle livellazioni aſſerite nella noſtra Scrittura. Che poi il fondo dell' inalveazione nuova ſia per riuſcire ghiaroſo per lungo tratto, appariſce dalla viſita a car. 240. 241. 247. 254. e 276.

Ma facciamo anche il calcolo della caduta neceſſaria, ſecondo la predetta ſuppoſizione. La lunghezza di tutta la linea a miſura di Bologna è miglia 49. cioè pertiche 24500., la centeſima parte è 245., e la ventiquattreſima parte è 10. $\frac{1}{2}$ vi vorrebbero adunque pertiche 10 $\frac{1}{2}$ di pendenza, o ſiano piedi 105. noi ne abbiamo 81. 9 adunque ne mancano piedi 23. 3. di Bologna. Facendo poi il calcolo a miſura di Ferrara, miglia 70. ſono pertiche 23333; la centeſima è 233. $\frac{33}{199}$, e la ventiquattreſima parte di

questo è pertiche 9. $\frac{3}{4}$, che sono di Ferrara piedi 93. $\frac{1}{2}$, ma noi non ne abbiamo, che piedi 81. 9. di Bologna, che sono di Ferrara piedi 76. 7. 9. adunque ne mancano di Ferrara piedi 20. 10. 3. L'equivoco de' Signori Ferraresi in dire, che la caduta è soprabbondante, consiste in avere calcolate le misure di Bologna, e di Ferrara senza ragguaglio.

Al §. Terzo. Si assume quì da' Signori Ferraresi la dottrina da essi rigettata, quando si trattava della linea di Reno al Po Grande circa la mutazione delle cadenti, e dal principiare la delineazione di questi al disotto, desideriamo, che ciò s'avverta, e s'applichi a Panaro, e al Po Grande, ed aggiungiamo, che la mutazione delle cadenti è vera, ma bisogna dimostrare, che questa basti a consumare li piedi 103. once 3., che mancano, sul supposto, che debba la nuova inalveazione portarsi la sola torbida al mare, e non corra per fondo ghiaroso, e di più tutta quella, che è necessaria per correre sopra la ghiara per un tratto almeno di miglia 17. di Bologna, quanta è la distanza del Reno al Sillaro.

Per determinare quanto importi la mutazione delle cadenti non giova punto la livellazione, tutto che esattissima de' mezzi, anzi sin ora non s' ha regola veruna, nè dimostrata, nè indicata dalla proporzione, dalla quale si diminuiscono le cadenti per l'aggiunta di nuove acque, non potendosi asserire altro sopra ciò, se non che esse si rendono successivamente minori.

Circa il secondo.

Al §. Primo. A Noi non sembra buona la regola di fare l' aggregato della larghezza de' fiumi, che debbono unirsi, a dedurne da essi quella dell'alveo comune, secondo la proporzione indicata dalla natura in un caso simile, dipendendo la larghezza dalla resistenza delle ripe, o maggiore, o minore, che varia, secondo che varia la condizione del terreno, che le forma, e lo stesso fa molto caso, nella mutazione delle cadenti, anzi non si ha nota proporzione veruna fra l'altezza, e larghezza del medesimo fiume in tutti li siti, e d'un fiume coll'altro, come apparisce dalle misure di essa, l'altezza del Po alla sua larghezza è come 1. a 22. $\frac{1}{2}$; Quella di Reno assumendo l'altezza di piedi 10. come 1. a 18., quella di Panaro, come 1. a 6.

Al §. Secondo. Mentre da' Signori Ferraresi non si giudica vera la dottrina allegata in questo §. chiaro apparisce la dubbietà, nella quale essi si trovano di proporzionare l' alveo a diversi fiumi uniti, senza levarli, la quale non è dovere impegnare li Popoli a spese sì eccedenti, quali sono le necessarie per l'esecuzione della proposta diversione. Per altro, quando ammetteremo per dimostrata, come veramente è tale dottrina, non lasceremmo di far vedere l' impossibilità di applicarla al caso presente.

Al §. Terzo. Se il metodo fosse buono, non averemmo difficoltà in concedere, che a causa del poco di più, che può portare seco l'applicare le dottrine astratte alla materia, s' abbondasse in cautela, con dare qualche maggiore larghezza all' alveo, ma perchè il metodo è facilissimo potrebbe darsi il caso, che tutte l' abbondanze fossero anche scarse con gran pregiudizio di tutti.

Al §. Quarto. La livellazione, che tanto si desidera da' Signori Ferraresi non

ſi non moſtrerà, che la ſituazione del mezzo, non mai, nè la ſituazione de' fiumi, nè la larghezza de' medeſimi, nè la profondità ne' corpi d'acqua ec. e niente di queſto può baſtare per determinare, nè la larghezza, nè la profondità dovuta, alla nuova inalveazione, che è la materia di queſto punto. E perciò non è neceſſaria, ma ſuperflua, ſe prima non ſi moſtra evidente la ſituazione della cadente, in relazione della quale, poi ſi può vedere, ſe li mezzi ſono adattati a fare la ſponda dovuta all'incaſſamento deſiderato, e che la caduta in corpo ſia ſufficiente al biſogno.

ANNOTAZIONI

Seconde de' Bologneſi, ſopra le riſpoſte date dalli Signori Ferrareſi alli obietti fatti loro ne' fogli, e nel congreſſo delli 12. Agoſto 1693. circa li punti primo, e ſecondo.

ALla riſpoſta della prima obiezione ſi replica, che la lunghezza della linea ſia di miglia 49. o pure 47. $\frac{1}{2}$ porta poco divario, che la livellazione non vi ha che fare per determinare la lunghezza di eſſa, che per accidente, ma che la pianta già eſibita, è determinata a queſt' effetto. Che ſupponendoſi errore nella pianta, non ſi può poi nè anche preſtar fede alla livellazione, che ſi dimanda replicatamente, abbenchè affatto inutile, e ſuperflua, ſe prima non ſi prova evidenza di determinare la ſituazione della linea cadente propria *ex natura rei* di queſta inalveazione.

La caduta poi di piedi 93. 3. 3. aſſerita in queſto luogo è una manifeſta fallacia, perchè fondata ſopra una parte di livellazione da' Signori Ferrareſi ripudiata nella viſita a car. 123. e 124. ſotto li 27. Febbraio anno corrente 1693., e perchè paragonata ad un altra parte di livellazione fatta d'accordo doveva aſſumerſi o l'una, o l'altra intiera, o (quello che era più proprio) valerſi delle miſure fatte d'accordo dalle parti regiſtrate nella viſita in forma autentica, e più ſicure, per eſſer fatte la maggior parte ad acqua ſtagnante; e queſte non danno, che piedi 81. 9. o. che diviſi in miglia 47 $\frac{1}{2}$ ſono piedi 1. once 8. $\frac{61}{64}$ per miglio inferiori anche al biſogno, come ſi dimoſtrò nell'altro noſtro foglio ſopra queſti punti.

Alla riſpoſta della ſeconda oppoſizione. Che dato, che il rimedio inſegnato dal Padre Michelini per mantenere la rettitudine a' fiumi, che corrono in ghiara, foſſe ottimo, è certo, è però di ſpeſa così eceſſiva, da far perdere la volontà a chi ſi ſia di metterſi in neceſſità di praticarlo. In ogni caſo ſi potrà aggiungere anche queſta conſiderazione per fare il calcolo della ſpeſa, come ſi diſſe da noi nel congreſſo.

S'aggiunge un'altro equivoco fatto in queſta riſpoſta, che è il paragonare la manutenzione di circa 100. miglia d' arginatura, o di cavo da farſi per queſta inalveazione. Si avverte però, che le coſe fatte ſi mantengono con

con poco, abbenchè fieno di lungo tratto; ma le nuove non si fanno, che con spese eccessive, abbenchè di lunghezza minore, e poi chi assicura della sussistenza?

Alla risposta della terza opposizione si soggiugne, che non vale rispetto al Po l'esempio del Lamone, ed altri fiumi minori; ben sì rispetto a questa nuova inalveazione. La disparità si è l' asserita da noi nel congresso, che il Po coll'unione di tante acque è giunto a farsi tanto di forza da escavare il proprio fondo a forma orizzontale, al quale stato non arriverà mai l'inalveazione proposta, comecchè destinata a ricevere soli torrenti, che tutti assieme non equivaleranno ad una decima parte del Po Grande, e non hanno acque perenni, come il primo; onde rispetto a questa inalveazione dovrà avere qualche pendenza di fondo fino allo sbocco, e per conseguenza al prolungarsi della linea dovrà rendersi necessaria maggior pendenza, cosa, che non succede nel piano orizzontale del Po. Onde è manifesto, che l'argomento de' Signori Ferraresi è preso tutto il contrario, supponendo essi, che al prolungarsi de' fondi orizzontali, segua interrimento di fondo maggiore, che al protrarsi degli alvei inclinati: cosa convinta di falso, e dall'esperienza, e dalla ragione dimostrativa.

Niente poi suffraga il dire, che vi vorranno secoli a fare tal' interrimento sensibile; e che il rimediarvi sarà facile, perchè si farà appoco appoco, perchè concesso anche tutto, non potrà mai rimediarsi, che al solo capo delle inondazioni, non mai all'interrimento de' scoli, che ne susseguirà alla perdita delle cadute de' canali, de' molini all' soggettarsi a scolare per mezzo di Chiaviche, al pericolo, che si farà maggiore delle rotte ec. cose, che in caso proprio saprebbero li Signori Ferraresi ampiamente descrivere.

Alla risposta della quarta opposizione si replica, che la ghiaia nel caso presente fa li suoi danni limitati a proporzione della caduta, che trovano li fiumi nelle parti inferiori; la quale scemandosi giornalmente, giornalmente anche accrescono li pregiudizj, ma minore caduta s' avrebbe dalla parte di Levante, che a Settentrione; adunque maggiori si farebbero li danni, per la nuova linea, che per la presente de' fiumi. Diversissimo è poi il caso, perchè li fiumi Reno, Savena ec. lasciata, che hanno una volta la Ghiara, non più l'incontrano; onde si formano la cadente proporzionata alla sola torbida, ma nella nuova inalveazione, continuerebbe per lo meno per 7. miglia ad aversi il fondo ghiaioso, e perciò li fiumi antecedenti sarebbero obbligati ad elevare il proprio fondo tanto da superare la cadente di ghiaia formata dall' ultimo de' fiumi, che la portasse.

Si paragona poi di nuovo la spesa del mantenere gli argini presenti de' fiumi, con quella di riparare a' danni, che cagionerebbe la ghiaia, della quale si farà nuovo discorso più abbasso.

Alla risposta della quinta obiezione, si dice; che il nostro parlare iperbolico in dire, essere cosa impossibile il proporzionare coll' arte l' alveo a tanti torrenti, da noi si muterà immediatamente, che ci sarà insegnato un metodo assicurato di farlo. Sin' ora non lo crediamo tale, perchè non troviamo cosa, che ci soddisfaccia. Che poi l' ingegno umano sia per superare una volta questa difficoltà, non abbiamo motivo di dubitarne; ma se tale invento non si pubblica a' giorni nostri, saremo costretti di operare senza scorta in determinare di tratto in tratto le larghezze all'inalveazione di cui si discorre. De' due metodi insinuati da' Signori Ferraresi, già abbiamo detto il nostro sentimento, ed in voce, e in scritto; onde non stimiamo quì necessario ripeterlo.

Alla

Alla risposta della sesta opposizione, abbenchè non fatta da noi, si replica, che di già a tre cose è stato paragonato il mantenimento presente di 300 e più miglia d'arginatura. Prima alla costruzione, e manutenzione di quella, che sarà necessaria a questa nuova linea. Secondo alla manutenzione della rettitudine dell'alveo. Terzo all'alzamento delle medesime arginature per l'alzamento del fondo dalla protrazione della linea, e quanto al riparo de' danni, che causerebbe la ghiaia, ed è stato asserito particolarmente l'insensibilità della proporzione, che ha la prima con ognuna dell' altre. Considerisi ora la manutenzione degli argini, e si proporzioni alle spese necessarie per tutti gli altri quattro capi insieme, e tornisi a ripetere, se si può, che la spesa della prima è molto maggiore dell' altre. Riflettasi bene, e si vedrà quanto ognuna delle spese, e pregiudizj derivanti da' quattro capi predetti superi la spesa, a paragone, insensibile del mantenere le arginature presenti.

Alla risposta della settima opposizione non replichiamo, perchè non ci ricordiamo, che ella sia stata proposta da veruno.

RISPOSTA

De' Bolognesi agli Articoli Terzo, Quarto, e Quinto, che sono.

I. Supposto, che il nuovo alveo corra dentro terra, se avrà bisogno d' argini, e saranno necessarie chiaviche per lo scolo delle Campagne.

II. Come alli scoli, che resteranno intersecati, o in qualsivoglia altro modo impediti, si possa rimediare.

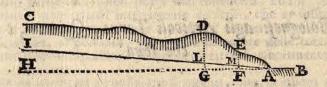
III. Se vi sarà pericolo di rotte, e se da essi si dee temere danno notabile, ed in qual parte.

Circa il primo.

IL supposto, che il nuovo alveo debba correre dentro terra, si può intendere in più maniere, cioè o in tutto, o in parte. Se si dee supporre, che il fondo dell'inalveazione venga *ex natura rei*; o sia per disposizione di cadente tanto profondato sotto il piano della Campagna, che il cavo sia sufficiente a contenere le massime piene de' fiumi rispettivamente uniti, certa cosa è, che in tal caso s'esclude la necessità degli argini, e delle chiaviche per iscolo delle campagne; ma tale felicità non può sperarsi, dove è così mancante la caduta, come s'è mostrato nell' esame del primo punto.

Supponendo poi, che l'inalveazione sia per seguire di tal maniera, che l'acque ordinarie corrano bensì fra terra, ma non già le piene, allora, perchè

chè queste non si portino ad inondare le campagne, saranno necessarj argini di maggiore, o minore altezza, secondo, che si troverà il piano della campagna restare più o meno sollevato sopra il fondo futuro del fiume, e sarà pure di necessità valersi di Chiaviche per iscolo delle campagne.

Ma quì si dee avvertire, che per accertarsi della necessità degli argini, e dell'altezza di essi, bisogna prima stabilire a luogo per luogo l'elevazione, che ha da avere sopra il pelo basso del mare il fondo dell'alveo, e con tal certezza, che non s'abbia a temerne, col tratto successivo del tempo, alterazione veruna; e secondo quale sia per essere l'altezza massima delle piene sopra il fondo di già stabilito; altrimenti sarà sempre inutile l'intraprendere alcuna livellazione. E per dimostrarlo suppongasi, che C D A sia l'andamento della campagna da Bologna al mare, ed A B il pelo basso di questo. Sia nota la caduta da C ad A piedi 81. 9., quella da D piedi 50. quella da E piedi 39. ec. e di più siano note le distanze da A da punti H, G, F, Certa cosa è, che le notizie delle cadute particolari de' punti C, D, E che determinano la situazione de' piani di Campagna a nulla serve, se prima non è determinata la situazione della cadente I L M per vedere quanto sotto la superficie della campagna debba profondarsi l'alveo

v. gr. I C, D L, M E, e se prima non si sa, se la profondità I C, D L, M E basti a fare spalla sufficiente all'altezza delle massime piene, o pure vi sia necessaria qualche elevazione d'argini sopra li punti C, D, E per supplire al difetto della bassezza della campagna. Come che adunque la livellazione non può mostrare altro, che la situazione del piano del terreno in ordine all'altezza, che ha sopra il pelo del mare, e non mai quella della cadente I L M A chiaro apparisce, che la livellazione de' mezzi, nulla serve, che a spendere inutilmente il tempo, ed il danaro, se prima non si determina per altro mezzo la cadente dell'inalveazione, e l'elevazione delle massime piene.

Circa il secondo.

Li scoli delle campagne possono essere impediti in due maniere. Prima, se il fondo dell'inalveazione dovesse restare superiore al piano delle campagne, ed allora non v'è altro rimedio, che quello delle Botti sotterranee. Secondo, se le sole piene avessero bisogno d'argini per essere spinte al mare, ed allora sarebbero necessarie le Chiaviche, come si pratica nel Po, ed altri fiumi.

Se-

Se poi gli scoli, che mettono la foce al mare fossero per essere impediti, si lascia considerare alli Signori Romagnoli, che hanno notizia della loro situazione, e de' quali è unico interesse.

Si rimette bene alla singolar prudenza dell' EE. VV. il riflettere di che dispendio sarebbe la construzione di tante Botti, e di tante Chiaviche, e se egli è giusto, che li terreni vicini al monte, che godono il benefizio d' un secolo naturale, sieno soggetti a scolare artificialmente per via di Chiaviche, e di Botti.

Circa il terzo.

SE nella nuova inalveazione non dovesse entrare ghiaia di sorte alcuna, e dovesse esser destinata a portare al mare le sole torbide, si potrebbe dire, che la vigilanza degli Uomini potesse tener lontano ogni pericolo di rotte: ma nelli siti di fondo ghiaioso, come questo di cui si tratta, non v' è arte sicura, che possa impedire le tortuosità, e le corrosioni, queste adunque necessariamente dovranno seguire, e facendosi in siti dove sia bisogno d' argini, ecco il pericolo prossimo, e manifestò essendo accertato dall' esperienza, che il riparo degli argini, è troppo debole ne' fiumi che portano sasso, e ghiara.

Il danno poi susseguente alle rotte sarebbe tanto grande da non potersi descrivere. S' interrirebbero le Campagne per la gran copia di ghiaia, e sabbia che porterebbero; non avrebbero limite, che nel Po di Primaro inondando tutte le Campagne in dirittura sino a detto termine; si profonderebbero alvei per esse; s' interrirebbero gli scoli; si porrebbero in azzardo il Polesine di S. Giorgio, e le Valli di Comacchio, le terre del Bolognese inferiore; e della Romagnola, la Città di Ravenna, e la Terra d' Argenta, la Città di Cervia, e le di lei Saline, e tanto maggiore sarebbe il precipizio, quanto, che le rotte non sarebbero d' un fiume solo, ma di più uniti, e potrebbero succedere in sito, che li fiumi inferiori rivoltassero il corso proprio all' insù a correre per la rotta con precipizio evidente.

AN-

ANNOTAZIONI

De' Bolognesi circa la replica de' Signori Ferraresi alla loro risposta alli Articoli III. IV. e V.

Al §. Al primo capo ec. SI desidererebbe sapere la disparità tra Reno, Panaro, e gli altri fiumi, per vedere, se fa a proposito alla presente materia, e lo stesso si replica in ordine all'ingresso in Po Grande.

Al §. Circa poi ec. La rotta seguita nel Montone l' anno 1636. ec. come mai si prova essere proceduta dall'unione di questo col Ronco? Vi sono altre cause delle rotte de' fiumi, senza la supposta ora da' Signori Ferraresi, come è noto ad ognuno.

Al § Il Ronco ec. L' essere alto il fondo del Montone più di quello del Ronco, non procede dall'essere trattenute l'acque del primo da quelle del secondo, ma dalla regola generale più volte allegata da noi, cioè, che li fiumi minori hanno bisogno di maggiore caduta, che li più grandi, e concorda benissimo col fatto presente, perchè si confessa, che *il Ronco è di corpo d' acqua maggiore del Montone.*

Al §. Perchè dunque ec. Si confessa, che l'istesso fatto succederà in Reno, e Panaro, uniti che fossero assieme, cioè che il fondo di Reno in parità di condizione sarà sempre più basso del fondo di Panaro, s' egli è vero, che questo sia minore di quello. Ma s'aggiunge, che l'uno, e l' altro si scaverà di più di quello fosse per essere andando ciascuno separatamente al Po.

Al §. Al Secondo capo ec. La verità del fatto si rimette all' osservazione. Certo è che da noi più d' una volta s' è udito dire da Bondenesi, che il Reno viene colle sue piene sei ore prima di Panaro, e non abbiamo avuto difficoltà a creder loro; perchè il Padre Riccioli asserisce lo stesso nella Geografia riformata lib. 6. car. 3. *Primo enim aqua perennis Panari copiosior est quam Rheni, ejusque excrescentiæ, seu plenifluvia, vulgo le Piene, citius perveniunt, & horis sex circiter præveniunt Rheni plenifluvio.*

Al §. Quanto al terzo capo ec. Un alveo proporzionato a un corpo maggiore resta tanto più capace d' un corpo minore; onde quando venisse un solo de' fiumi, supposto, che lasciasse anche qualche deposizione nell' alveo comune, all' arrivare delle piene unite, subito si sgombrerebbe ogn' impedimento. S'osservino altre simili unioni, e gli effetti di esse si trasportino al caso presente.

Al §. Che il primo ec. Quando s' addurranno le ragioni contrarie al detto da noi, non mancheremo di applaudirle quando siano coerenti al fatto, ed alla natura de' fiumi.

Al §. Si replica ec. Non intendiamo ciò, che si voglia inferire.

Al §. Al terzo supposto ec. Se fosse vera la dottrina allegata non bisognerebbe mai far taglio veruno; e pure gli Autori l' approvano per rimedio reale delle corrosioni; e non lo disapprova la pratica de' Signori Ferraresi, che l'anno passato ne fecero due in Panaro, ed altri in altri tempi, e ne an-

hanno proposti con sommi encomi in altre occasioni, rispetto allo sbocco, di già abbiamo detto il nostro sentimento.

Al §. Alla prima utilità ec. Se si scaveranno gli alvei di Panaro, e di Reno, per qual ragione non vi sarà maggior corpo d'acqua, e per conseguenza migliore la navigazione? Certo per Panaro si va verso Modana, e per Reno verso Cento; e noi non abbiamo mai detto, che sia per facilitarsi la navigazione di sopra dal finale, nè che si debba avere per tutto, ed in tutti li stati dell'acqua; ma solo, che si renderà migliore in paragone di tutti li stati ec.

DELLA NATURA
DE' FIUMI
Trattato Fisico-Mattematico

DEL DOTTORE

DOMENICO GUGLIELMINI

Primo Mattematico dello Studio di Bologna, e dell' Accademia Regia delle Scienze.

In cui si manifestano le principali proprietà de' Fiumi, se n' indicano molte sin' ora non conosciute, e si dimostrano d' una maniera facile le cause delle medesime.

A' BENIGNI LETTORI.

HO considerato più volte, da che provenga, che le Proposizioni Mattematiche restino provate con ragioni cotanto ferme, che meritino nome di dimostrazioni, e sforzino gl' ingegni degli uomini all' assenso; laddove le Fisiche non ammettono, se non motivi probabili, che non oltre passano la sfera del verisimile. Negli andati tempi, quando i Filosofi si fermavano sulla corteccia de' soli nomi, e assegnata che aveano per cagione d' un effetto naturale, o una virtù, o una facoltà, o una qualità, sembrava loro d' essere arrivati all' ultimo termine del sapere, era facile il credere, che la diversa natura degli oggetti della Fisica, e della Mattematica, potesse riputarsi autrice dell' incertezza dell' una, e dell' evidenza dell' altra: A' nostri giorni però, ne' quali gli uomini penetrando più a dentro, e fino al midollo delle cose, hanno cominciato ad assegnare per cagioni degli effetti della natura, non più ideali virtù; ma in luogo loro la grandezza, la figura, e il moto de' primi componenti materiali, non può dirsi, che l' incertezza della fisica abbia origine dall' oggetto di essa, quale s' inalzi di gran lunga sopra quello delle Mattematiche: essendo che la grandezza, e la figura, sono pure gli oggetti della Geometria, siccome il moto si è quello della Meccanica.

Pertanto sempre più resta con gran ragione da dubitare, e da ricercare maturamente, d' onde nasca, che, sebbene restano occupate, l' una, e l' altra di queste due scienze, in trattare dell' oggetto medesimo, nulladimeno la Mattematica si è tanto avanzata, e tutto 'l giorno così va avanzandosi, che sembra di non avere limiti alla sua estensione; ove, al contrario, la Filosofia naturale, abbenchè nel secolo presente abbia fatto qualche progresso, contuttociò resta così indietro, come se non avesse alcuna connessione colla Mattematica suddetta: e pure bisogna confessare, ch' essa è obbligata di riconoscere tutto 'l suo, qualsisia accrescimento dall' attenzione, che hanno avuta i Mattematici d' impiegare in vantaggio della medesima, le regole della Geometria, e della Meccanica.

Considerando perciò, che i Mattematici gelosissimi dell' evidenza delle Proposizioni, richiedono ne' loro supposti una perfetta astrazione da tutto ciò, che può alterare le conseguenze delle Dimostrazioni, il che per fare, assumono dell' idee puramente intellettuali, nelle quali non cade alcuna, benchè minima imperfezione; ove al contrario, i Fisici sono tenuti d' ammettere ne' loro supposti tutto quello, che concorre, o che può attualmente concorrere alla produzione d' un effetto; mi son persuaso di riconoscere in ciò l' origine dell' incertezza della Filosofia naturale; e mi sono confermato in tale credenza col riflettere, che in quelle scienze, nelle quali i Mattematici prendono a discorrere d' oggetti fisici, come sono l' Ottica, le Meccaniche, l' Astronomia ec. si contentano, che le loro Proposizioni si verifichino, dentro una certa latitudine, ed in Teorica, poco curandosi, se l' esperienza fa riscontrare, nell' applicazione delle medesime, qualche picciola diversità. Ed in fatti non sono state ricevute nel numero delle Mattematiche, anche miste, se non quelle scienze, che hanno un' oggetto assai semplice, le cui affezioni dipendono, o da una sola, o da poche cagioni; e che possono essere poco mutate dalle resistenze, e dall' impurità della materia.

La multiplicazione adunque delle circostanze, dalle quali, o si produce, o si varia, o s' accresce, o si scema un effetto, è quella, che apporta tutta la difficultà di provare le proposizioni fisiche, colla stessa evidenza, colla quale sono dimostrate le Geometriche: ed in ciò non v' ha dubbio veruno; poichè chiunque ha avuta mano in cercare delle verità spettanti alla quantità anche astratta, sa bene per prova, quanto difficile si renda il metodo di rinvenirle, quando i supposti si multiplicano oltre il dovere; e non per altro riescono facili gli elementi d' Euclide in proporzione della Geometria più recondita, se non perchè le loro Proposizioni, il più delle volte, poco altro suppongono, che la sola idea, o difinizione della figura, e se tal volta v' è qualche cosa di più, non dà tormento all' immaginazione per essere conceputa: al contrario riesce astrusa la ricerca della natura delle linee di più alto grado, solo perchè i supposti s' accrescono di numero, e perciò è d' uopo di facilitarne i metodi coll' Analisi, che serve d' appoggio, o com' altri dicono, d' estensione all' immaginativa.

Se dunque nella più astratta Geometria, il multiplicare i dati serve ad accrescere la difficoltà di rinvenire ciò, che da quelli può derivare; quanto più tal multiplicazione avrà luogo, in rendere difficile la ricerca degli effetti naturali, e delle regole, con che opera la natura? posciachè, posta sempre la cagione medesima, e parimente il medesimo soggetto, nel quale dee prodursi l' effetto; anzi data la cognizione di più cagioni insieme operanti, ciascheduna colla sua energia; e supposta la cognizione del soggetto in ordine a tutte le circostanze, nelle quali esso si trova; dato inoltre per conosciuto il concorso del mezzo, e di tutto ciò, che può estrinsecamente fomentare, o alterare, o impedire l' effetto; non è già impossibile, assolutamente parlando (abbenchè, oltre ogni credere, difficilissimo) di trovare per via di dimostrazione, ciò, che ne dee succedere, quando tutto il predetto debba operare per necessità di natura; ma non può finalmente aversi, in tutti i casi, veruna sicurezza, che tutto quello, che una volta ha cooperato a produrre un effetto, debba altresì concorrervi un altra; e che non si vari per conseguenza l' effetto medesimo.

Questa, e niun' altra, è la cagione, per la quale i Medici hanno[illegible] dare delle regole generali, concernenti alla curazione de' mali, ed al pronostico de' medesimi; perchè ad ogni modo rade volte si troverà, che si verifichi universalmente alcuno de' loro Aforismi, abbenchè sia esso stato dedotto immediatamente dall' osservazione: e questo anche è il perchè resta screditata la Chimica in molti de' di lei più rinomati esperimenti, come pure nota il famosissimo Boile nel suo Libro de Infido experimentorum successu.

Quindi è, che per discorrere dell' Opere della Natura, non si può battere altra strada, che quella, o di considerare le cose individualmente; o pure, volendo formare delle proposizioni universali, di porre fra supposti quelle sole cagioni, che più frequentemente concorrono a dar l' essere a un nuovo prodotto, e lasciare al discernimento di chi vuole applicarle, la cognizione dello stato individuale di ciascun caso; acciocchè, riflettendo alle ragioni, possa dedurne, se, o lo statuito nella Proposizione sia in tutto applicabile; o pure se alcun' altra circostanza non considerata nella dimostrazione, possa alterare in qualche parte la verità della medesima, quando però non si voglia procedere per una via puramente mattematica, quale è quella di prescindere da tutte le circostanze estrinseche, e di considerare l' effetto, come se fosse dalla sua cagione prodotto nel voto, o dentro d' una materia perfettamente omogenea; il che, quantunque possa praticarsi rispetto a certa sorta d' oggetti, che operano con una somma semplicità, come sono il Raggio della Luce, i tremori del suono, il moto de' gravi ec. non è però sempre praticabile, rispetto a quelle cagioni, che hanno un operar più composto, e più soggetto alle alterazioni.

Ho

Ho voluto prepararvi l'animo, Miei Benigni Lettori, col farvi conoscere la cagione dell' incertezza della Fisica, acciocchè vediate quello, che avete da promettervi di me nell' opera, che ora dò in pubblico sopra la Natura de' Fiumi *E' questa un Trattato Fisico per quello, che risguarda l' oggetto, che nè meno è de' più semplici; ma il medesimo, rispetto al modo della considerazione, non lascia di appartenere in qualche maniera alle Mattematiche. Avete dunque da prefigervi nella mente, di non aspettare da me, nè in tutte le dimostrazioni, quel rigore, che di ragione esigereste da un geometra, nè in tutte le proposizioni, quell' universalità, colla quale sono proferite le asserzioni più astratte. Io vi diedi alcuni anni sono, la Misura dell' Acque correnti, nella quale so d' aver caminato con più di rigore, dal che fui obbligato a prescindere dagl' impedimenti, da' quali, o non mai, o quasi mai, va scompagnata l' acqua, che corre per li cannali; ma ora, che ho voluto darvi una Teorica de' Fiumi, non poteva io farlo con una perfetta astrazione, senz' incorrere la taccia di fingermi una materia diversa da quella, della quale si vale la natura nel formare gli alvei a' fiumi medesimi. Quindi è, che necessariamente ha bisognato mettere a conto gl' impedimenti, i quali, perchè sono di tante sorte, e di così diversa natura nell' operare, che riesce moralmente impossibile il ridurli in classi particolari, perciò m' è convenuto considerarli nel loro genere, e dedurne ciò, che i medesimi possano, secondo le circostanze, tanto in alterare il corso dell' acque, quanto in produrre altri effetti, che sembrano maravigliosi. Non mi do già a credere di avere esaminati tutti i casi possibili, o considerate in ognuno di essi tutte le circostanze, che loro possono avvenire: essendo, e quelli presso che infiniti, e queste troppo variabili; bensì penso d' avere spiegati gli effetti, che più universalmente si riscontrano ne' fiumi, e d' avere dimostrata la connessione, che hanno i medesimi colle loro vere cagioni. Nel far ciò, credo essermi riuscito di scoprire molte proprietà degli alvei, per l' avanti affatto sconosciute, la cognizione delle quali porgerà a' professori molto di lume alle occasioni, per tenersi lontani da quegli errori, che per lo passato hanno prodotti sconcerti grandissimi; e darà l' apertura a' medesimi di esaminare i loro progetti prima di proporli, poscia di eseguirli colla scorta della ragione. Bisogna confessare, che l' Architettura dell' acque ha camminato sin ora con piede poco sicuro, a cagione del non avere mai trovato, chi le dia appoggio delle scienze necessarie, dal che ancora è proceduto, che la medesima è stata ripiena di falsi supposti, e d' equivoci. Io mi lusingo, d' averne scoperti molti; e per conseguenza di avere levati altrettanti inciampi alla felicità del di lei progresso, che giova sperare sia per succedere maggiore alla giornata, se i Mattematici impiegheranno la Meccanica, la scienza del moto, e la Geometria (scienze affatto necessarie) all' avanzamento della medesima; e accertino di poter farlo con frutto, particolarmente se travaglieranno attorno quella parte delle Meccaniche, la quale sin' ora non è stata toccata da altri, che dal Signor Nevvton Insigne Mattematico Inglese; ma non in maniera da potersene valere in proposito de' fiumi. L' utilità della materia può persuadere ognuno ad intraprenderne la fatica; poiche difficilmente troverassi altra parte della Fisica, la cognizione della quale, più di questa, sia necessaria agli usi degli uomini, essendo pochi i paesi, che, o da' fiumi non ricevano danni, o da' medesimi non ne ricavino utile, a misura delle condizioni diverse de' fiumi stessi, e dell' arte, colla quale i Popoli s' applicano alla loro condotta.*

Quanto a me, so d' avere impiegato tutto lo sforzo possibile per promuovere questa scienza; ma non ho potuto farlo, che in piccola parte, e rozzamente: perchè avendola trovata quasi affatto incolta, m' è bisognato superare quella massima difficoltà, che suole incontrarsi nello stabilimento delle scienze nuove. Ciò, che di buono mi sia riuscito di fare, io non lo so; so bene di non avere avuta altra mi-

mira in questo mio assunto, che di cooperare alla pubblica utilità; e perciò, quando non vi fosse altro di considerabile in esso, vi sarà almeno il motivo di averne scritto a tal fine, e soddisfatto all' obbligo, ch' a tutti corre, di adoperare il proprio, qualsisia talento in pubblico vantaggio. Questo motivo medesimo m' ha fatto uscire, di quando in quando, dalla pura speculazione teorica, coll' aggiungere delle Regole attenenti alle principali operazioni dell' Architettura dell' acque, acciocchè, i Professori di essa possano, leggendovele, ridursi alla memoria ciò, che principalmente merita d' essere considerato nell' esecuzione delle medesime. Ho procurato altresì di rendermi chiaro, quanto ho potuto, sì ne' motivi delle dimostrazioni, tra' quali ho perciò scelti i più facili, e più familiari, sì nella frase, nella quale non ho avuto altro oggetto, che la chiarezza, sì finalmente nelle Figure, che voi dovete interamente all' aggiustatezza del Signore Egidio Bordoni, che nel delineare le medesime, ha voluto, oltre il renderle intelligibili, anco ornarle, col dare sfogo al suo pulito disegno; mentre Io, per altro, non avrei saputo darvi, che rozzi sbozzi di pure linee, non bastanti a rendere pienamente instrutti del mio sentimento tutti quelli, che ò per genio, o per professione, s' applicassero alla lettura del Libro.

Rispetto al Metodo, voi vedrete, che ho distesa la materia in quattordici Capitoli, divisi, per una parte di essi, in diverse Proposizioni provate colle più limpide ragioni, che ho saputo, dalle quali ho dedotto gli opportuni Corollari. Contengono, e quelle, e questi, le principali proprietà de' fiumi, le quali hanno poi servito di base a molte considerazioni, parte, o inserite tra le Proposizioni medesime, o aggiunte nel fine de' Capitoli; e parte disposte sotto capi particolari. Avrei potuto molto più abbondare nel numero delle Proposizioni, ma per isfuggire la soverchia lunghezza, mi sono contentato di portare, in luogo loro, le semplici asserzioni, aggiungendovi in succinto i motivi per prova, e tanto ho creduto bastare, a chi avrà inteso le cose precedenti; il che parimente ho praticato rispetto alle regole date per direzione della pratica. E perchè possano facilmente trovarsi, anco scorrendo il libro, le asserzioni sparse quà, e là; in luogo d' Annotazioni marginali, ho fatto porre in carattere corsivo ciò, che ho creduto più particolare. Per fine voglio avvertirvi, che una gran parte delle Proposizioni, non solo sono fondate sulle ragioni, che ho addotte in prova di esse; ma in oltre sono le medesime confermate dall' osservazione, e dall' esperienza; poichè con questi mezzi son io arrivato a conoscerne la verità nelle occasioni, che finora ho avute frequenti, di osservare, considerare, e speculare ad un tempo, sopra gli effetti de' fiumi; di far prendere le misure delle cadute di essi ec. Avrei potuto addurvi le predette osservazioni in prova delle proposizioni medesime; ma perchè non l' avrei fatto, che rispetto a quelle de' fiumi, al più, dell' Italia, ho voluto piuttosto valermi di ragioni più generali, ed astenermi dalle predette, col lasciare, che ciascuno ne' fiumi del suo paese ne riscontri la verità, che servirmi di prove, e d' osservazioni particolari, che nè meno sarebbero state intese da' Forestieri. Gradite Benigni Lettori quest' effetto del mio buon desiderio d' impiegarmi in pubblico beneficio: E vivete felici.

TRAT-

TRATTATO DELLA NATURA DE' FIUMI

CAPITOLO PRIMO.

Della natura de' Fluidi in generale, e specialmente dell' Acqua, e delle di lei principali proprietà, necessarie a sapersi per la perfetta cognizione di questa materia.

NON è possibile a veruno (per quanto io creda) il ben' intendere la natura dell' acqua, se prima non ha ben capita l' essenza, e la constituzione de' corpi fluidi in generale, atteso il doversi quella, senz' alcun dubbio, connumerare fra questi. Per arrivare adunque a tale notizia dee ricercarsi prima ciò che s' intenda sotto nome di corpo fluido, e secondo, ciò che debba avere realmente, e fisicamente quel corpo, che tale viene denominato, o, che è lo stesso, quale sia la mentale, e quale la fisica idea della fluidità. Per rinvenire e l' una, e l' altra, io la discorro così. Può avvertirsi da ognuno, che i corpi tutti dell' universo, si concepiscono dagli uomini, secondo l' apparenza, o come uno, o come molti, e perciò alcuni vocaboli sono de-

terminati a ſignificare un ſolo individuo, come *Sole*, *Terra ec.* ed altri ad eſprimere una congerie de' medeſimi, come *Eſercito*, *Selva*, *Popolo ec.* Abbenchè però queſti ultimi ſempre partecipino in qualche modo la ragione dell'unità, non è però, chi non ſappia, non eſſere queſti, che moralmente, un ſolo individuo; ma bensì un compoſto indefinito di molti: non così de' primi, ne' quali ſi concepiſcono dal volgo le parti, come unite al ſuo tutto, inſieme continuate, e quaſi coſpiranti alla formazione di eſſo, che perciò è concepito come una coſa ſola indiſtinta in ſe medeſima, e diſtinta da tutte le altre. Quegli però, che non ſi fermano del tutto nella corteccia delle notizie volgari, apprendono bene, che tutto ciò, che viene loro rappreſentato da' ſenſi ſotto ſpecie d'un ſolo individuo, non è che un rammaſſamento di parti più piccole, una diſtinta dall' altra, e che unite inſieme concorrono alla conſtituzione del tutto.

Queſte parti componenti, o ſono così unite una all'altra, che ripugnando all'eſſere ſeparate, proibiſcono, che un'altro corpo paſſi fra eſſe, o nò. Nel primo caſo i compoſti ſi chiamano duri, e quando foſſe tale l' unione, ed il contraſto ad eſſere ſeparate, che non poteſſe da veruno agente naturale eſſere ſuperato, ſi direbbero i compoſti avere una perfetta durezza; ma perchè non ſe ne danno di tal ſorta, quindi è, che i corpi naturali ſi chiamano duri reſpettivamente, più, o meno ſecondo la diverſa reſiſtenza, che fanno le loro parti ad eſſere ſeparate: e perciò nel ſecondo caſo, permettendo li corpi naturali, che le loro parti ſiano ſeparate una dall' altra, ciò può farſi in due maniere, o in modo, che quelle, che reſtano, non mutino la ſituazione, e i toccamenti, che hanno fra di ſe; o pure, che in luogo di quelle ne ſottentrino ſucceſſivamente delle altre conſimili. I primi ſi chiamano corpi conſiſtenti, e i ſecondi corpi liquidi; e perchè può eſſere, che le parti, le quali reſtano nel compoſto, nè ritengano la primiera ſituazione, nè entrino immediatamente in luogo delle perdute, quindi è, che biſogna aggiungere una terza affezione participante in un certo modo, e della liquidità, e conſiſtenza, che ſi chiama mollizie, o lentore, ſiccome i corpi, che la poſſiedono, molli, o lenti.

Dovrà dunque chiamarſi corpo liquido quello, che eſſendo conſiderato come un ſolo, e permeabile da un altro corpo, in modo però, che il permeante ſia ſempre circondato dalle parti di eſſo; cioè a dire, che queſte concorrano immediatamente a riempire il luogo ſucceſſivamente laſciato da quello; e queſta ſarà l'Idea mentale idonea a farci diſtinguere i corpi liquidi da quelli, che ſono tali.

Per maggiore intelligenza di che, ſi dee avvertire, che alla liquidità ſi ricercano due condizioni eſſenziali; la prima è l' unità della ſoſtanza apparente nel corpo, che ſi chiama liquido; poſciachè manifeſtandoſi eſſo come una congerie di corpi minori diſtinti, non così facilmente ſarà chiamato dall'univerſale degli uomini corpo liquido; ma bensì una maſſa di più corpicciuoli, come ſi dice de' cumuli di arena, di miglio, e ſimili, i quali abbenchè abbiano qualche proprietà de' corpi liquidi, nulladimeno non ne partecipano il nome; e ciò naſce perchè la denominazione, che ſi da loro, è propria del componente, che appariſce al ſenſo, e non del compoſto; ed all'incontro ne' corpi chiamati liquidi, il nome ſi da al compoſto, non alla parte componente, che per eſſere inſenſibile non ha avuta la ſorte di eſſere ſignificata con un vocabolo particolare. Di quì naſce, che per la ſenſibilità, o inſenſibilità delle parti componenti ſono diſtinti i corpi liquidi da' cumuli, o maſſe predette, che è una differenza affatto accidentale, e deſunta dall' imperfezione de' noſtri ſenſi: mentre per altro non può, che ſe-

secondo il più, e il meno distinguersi l'essenza de' primi da quella de' secondi. Pure affine di stare colla significazione comune del vocabolo di *Liquido*, è necessario richiedere in esso, come condizone essenziale, l'unità.

L'altra condizione è, che il liquido sia permeabile, senza però lasciare aperto il luogo del passaggio, che è lo stesso, che dire, che il corpo permeante sia sempre circondato, ed abbracciato dal corpo permeato. In questa condizione però vi sono alcune apparenti difficoltà, perchè non potendo succedere il liquido nel luogo abbandonato dal permeante, che per causa d'un conato vicendevole, che abbiano tutte le parti componenti fra loro, supponendo separato da esse questo conato, non potrebbero, che seguitare le direzioni de' moti impressi del permeante, e così in molti casi non succederebbero nel luogo di esso; onde è, che tal composto non dovrebbe più chiamarsi liquido, e pure non pare, che si muti essenzialmente la di lui natura. Ciò però non ostante egli è evidente, che in tal caso non potrebbe esso chiamarsi, che un corpo semplicemente permeabile: poichè in sostanza la liquidità, è così connessa col moto, o almeno colla potenza motiva delle parti, che non può, nè meno dall' intelletto separarsi da esso. Pare in oltre, che un corpo possa passare per mezzo d'un altro con moto così tardo, che sebbene questo non si chiami liquido, nulladimeno però possa sempre tenerlo circondato durante il suo passaggio; ma può dirsi, che non basta, che ciò succeda rispetto ad un certo grado di velocità nel permeante; ma bensì rispetto a tutti li possibili, e che sia un'indizio di lentore, non di una vera liquidità, il circondarsi sempre il corpo permeante, quando questo si muove tardamente, non quando si muove più veloce. E sebbene può per lo contrario intendersi tal grado di velocità nel corpo permeante, che non possano immediatamente portarsi ad abbracciarlo le parti del liquido: si dee avvertire, che ciò sarebbe necessario in un corpo perfettamente liquido, ma non negli altri, a' quali s' attribuisce maggiore, o minor grado di liquidità, secondo che più, o meno prontamente le loro parti succedono nel luogo del permeante; e perciò la liquidità anch' essa è una affezione relativa. Pochi perciò, per non dire nessuno, sono i liquidi, che non abbiano qualche lentore, il quale per appunto si discerne fra gli altri motivi, anche da quella poca difficoltà, che impedisce le loro parti d' unirsi al di dietro de' corpi, che dentro di essi si muovono.

Vogliono alcuni, che tutte le parti della materia siano gravi, cioè, che abbiano un conato intrinseco, o se non tale, almeno originato da una cagione perpetuamente operante, che la spinga verso un punto determinato, il quale si chiama Centro de' gravi. Ma altri ammettendo bene, che nel Mondo sublunare la materia tutta sia affetta di questo conato, lo niegano alla materia celeste, alla quale danno alcuni una certa tendenza verso il Sole. Io non voglio entrare quì a decidere questa controversia; ma supponendo almeno come possibile, che la materia non sia tutta grave, bisogna dire, che vi possano essere fra liquidi altri gravi, ed altri no. I primi, perchè hanno la loro tendenza al centro, che li obbliga ad accostarsi, quanto più possono, al medesimo, e perciò (trovandosi liberi dagl' impedimenti) a portarsi verso di esso con una maniera di moto, la quale con vocabolo latino si dice *fluxus*, si chiamano perciò specialmente fluidi; ma gli altri liquidi, che non sono stati creduti dagli uomini, affetti di gravità, come l'Aria, e l'Etere, sono stati da' più accurati, detti semplicemente corpi liquidi, o spirabili, avendo loro negato il nome di fluidi, perchè gli hanno creduti inetti a fluire. Ciò che siasi di questa distinzione io osservo, che tra i fluidi, cioè liquidi gravi, fra' quali annovero l' Aria, con la comu-

ne

ne de' più sensati Fisici; altri sono compressibili, ed altri no; cioè a dire, altri possono da una mole maggiore ridursi ad una minore senza alcuna perdita della propria sostanza, altri contro qualunque sforzo mantengono la loro quantità senza accrescerla, o sminuirla, che coll' addizione, o detrazione d'altra materia. L'aria è il solo fluido compressibile, o elastico, che si abbia, per quanto fin ora si sa, nella Natura; tutti gli altri sono incompressibili, come l'Acqua, l'Olio, il Vino ec. e sebbene pare, che alcuno di essi sopporti qualche picciolissima, ed insensibile compressione, ciò probabilmente nasce delle minime bolle di aria, che stanno racchiuse nella tessitura delle parti di esso.

Ma egli è omai tempo, che dall'idea puramente mentale, che abbiamo portata del liquido, passiamo a darne l'idea fisica, cercando, quale sia la natura di esso, idonea non solo a rendere la ragione della prima ma anche di tutte le altre proprietà, che ne' liquidi si manifestano. Noi abbiamo detto, che il liquido è quello, che è permeabile da un altro corpo, di maniera, che il permeante sia sempre circondato da esso: bisogna adunque, che il liquido s'accomodi sempre alla superficie del corpo permeante, ed acciocchè questo segua, è necessario, che le parti di quello siano spinte verso il luogo abbandonato da questo. Tale spinta può essere cagionata o dal moto del medesimo permeante, dal quale [impressa che sia alle parti immediatamante contigue, ed opposte alla di lui direzione] venga poi communicata successivamente alle altre, e ribattuta dalle resistenze trovate all'indietro. in maniera, che si faccia una circonpulsione sino al luogo abbandonato dal mobile, come può succedere ne' puri liquidi: o pure può essere originata da qualche principio interno, o universale, come dalla gravità, e dalla forza elastica ne' corpi fluidi. In questi comecche la facilità d' accomodarsi alla figura del mobile nasce da uno de i due accennati principj, così è necessario, che da questi medesimi derivi una simile pronta disposizione di accomodarsi alla figura di un vaso, che li contenga, senza la resistenza del fondo, e sponde del quale la muterebbero, sino a figurarsi sfericamente attorno al centro de' gravi, o pure sino a quietarsi in un altro vaso, che li contenesse; quindi è, che la fluidità strettamente presa può definirsi, come fece Aristotele, per una pronta disposizione, che hanno i corpi di accomodarsi alla figura de' continenti originata dalla gravità delle parti, che li compongono: e perciò non potendo mutarsi la figura d' un corpo, senza che le di lui parti mutino sito, ed i contatti vicendevoli, o strisciando una sopra l'altra, o staccandosi d' insieme, è necessario, che la connessione delle parti di un corpo fluido sia niuna, o così picciola, che la gravità di esse ne possa prontamente superare il momento: dico la gravità, perchè essendo la forza elastica sempre eguale alla comprimente, ed essendo questa per lo più la gravità medesima del fluido, o pure potendo equivalere ad essa: poco importa, che si consideri la forza elastica immediatamente operante, o pure in luogo di essa il peso, dal quale la medesima prende la sua possanza.

Questo gran distaccamento di parti ne' fluidi, siccome è evidente, così è ammesso da tutti i fisici, li quali ancora convengono, che esso debba essere di maniera, che una particella non possa riposare quietamente, e stabilmente sopra di un altra, come sarebbero due cubi; ma debba stare in una continua vacillazione, ed indigenza d' un sostegno laterale, come se si volessero porre più sfere, o palle d'artiglieria una sopra l'altra, le quali sebbene, teoricamente parlando, possono sostentarsi, se li punti tutti de' contatti, e i centri di gravità siano in una linea retta perpendicolare all' orizzon-

zonte: nulladimeno però per ogni, anche menoma cagione, quando non fossero sostenute dalle bande, si sconcerterebbe la loro situazione perpendicolare, e rovinando al basso cercherebbero qualche sostegno. Non s'accordano però tutti gli Autori in assegnare la causa del predetto distaccamento, poichè altri vogliono, che ne' fluidi vi sia una certa perenne agitazione, che tenga in continuo moto le parti tutte de' componenti di essi; e di fatto per ispiegare la fusione de' Metalli, e la liquefazione della Cera, e delle Resine (che non sono altro, che il passaggio delle dette sostanze dallo stato di firmità, o consistenza a quello di fluidità) bisogna ricorrere al moto impresso nelle parti di esse, o dal calore, o da altro; anzi nell' acqua medesima si osservano le vestigia, e gli effetti d' un moto insensibile, come sono la dissoluzione de' Sali, e l' estrazione di diverse tinture ec. Altri però hanno creduto, non aversi veruna necessità di ammettere questo moto ne' fluidi, mentre la loro natura può egualmente spiegarsi per la sola figura de' minimi componenti; come per la Sferica, Sferoidea, e simili, le quali non ammettono per qualunque verso si voltino, il contatto colle vicine, che in un sol punto, o in una sola linea; abbenchè altri, secondo la diversità de' liquori, abbiano eletta la figura Ottaedrica, Dodecaedrica, ed Icosaedrica, e non sia mancato chi ha creduto, l' acqua essere composta di più cilindri sottili, e flessibili a modo di anguillette, pensando, che con questa più, che con qualsivoglia altra figura si possano rappresentare, e la natura, e le affezioni tutte, che le accadono. Io non voglio farmi partigiano di alcuna delle sopraddette opinioni; ma piuttosto cercando di conciliarle, m' appiglio a credere, che de' corpi fluidi se ne trovino di due sorte; altri cioè, ch' io chiamo fluidi artificiali, o piuttosto corpi liquefatti, ed altri fluidi naturali, o liquori. I primi non si può negare, che ricevano la loro fluidità da una agitazione violenta, che sconcerta le parti, e toglie loro quell' unione, la quale per altro affettano, onde al cessare di essa agitazione, ben presto ritornano alla primiera coerenza: e questi sono tutti quelli, che all' accrescersi l' energia della causa liquefaciente, sortiscono proporzionalmente maggiore fluidità, e col diminuirsi di quella, la vanno perdendo; ma i secondi abbenchè non siano mai privi di moto, attesa la facilità, che hanno di ubbidire a qualunque impressione, mercè il perfetto equilibrio, in cui d' ordinario si trovano, ad esso però non deono principalmente il loro fluore, ma bensì alla figura delle proprie parti, qualunque ella sia, purchè dotata di qualche curvità: e questi si distinguono da' predetti, perchè mantengono i gradi della propria fluidità in ogni proporzione di moto, che in loro si trovi: e se vi fosse qualche fluido, come io credo ve ne siano molti, che riconoscesse il proprio essere dall' uno, e dall' altro degl' accennati principj, io mi lusingherei di poterlo distinguere dagli altri due, coll' osservare i gradi della di lui fluidità accresciuti, o scemati, all' accrescersi, o scemarsi dell' agitazione, ma non in proporzione di essa.

Troppo mi dilungherei dall' assunto intrapreso, s' io volessi quì mostrare, che possono salvarsi colle supposizioni predette tutti i fenomeni appartenenti alla fluidità, o piuttosto valermi de' medesimi per dimostrare la verità de' supposti; solo adunque mi do a riflettere non ricercarsi veruna determinata figura ne' componenti de' fluidi artificiali, potendo la violenza del moto superare ogni momento di coerenza fra' medesimi, o provenga questa immediatamente dalla configurazione de' minimi del composto, o pure da una pressione esterna, che produca effetto maggiore nelle figure terminate da superficie piane, e che hanno fra di se maggiori toccamenti; ed in fatti non v' è sostanza, che a forza di fuoco o non si dissolva, o non si lique-

fac-

faccia. Vero è, che un medesimo grado di moto può rendere fluida una sostanza determinata, e lasciare nella sua quasi primiera fermezza un'altro corpo, che richiederà un grado di agitazione molto più grande, per essere liquefatto; e ciò proviene, non dall'efficiente, che si suppone invariato, ma bensì dalle diverse circonstanze, fra le quali ha gran luogo la figura delle parti, ed il modo di combinazione, che hanno fra loro medesime. Si ricerca bene in tutti li fluidi, che le parti staccate l' una dall'altra, siano insensibili di modo, che non lascino fra loro apparenti interstizj, e perciò è necessario, che il moto predetto possa sminuzzare in parti simili la sostanza del corpo, s'egli dee chiamarsi un fluido piuttosto, che un cumulo di frangimenti; siccome fa di mestieri, che le parti sminuzzate conservino fra loro la contiguità, se il corpo si ha da dire liquefatto, e non risoluto in varie sostanze, o in vapori; e perciò non si riducono alla fluidità per forza di fuoco violento, che le sostanze più fisse, quali sono le terree, e le minerali.

Ma ne' fluidi naturali, oltre le dette condizioni, è necessaria una determinata figura, per cagione della quale una parte non possa avere gran connessione colle vicine, quale sarebbero o la Sferica, o la Sferoidea, o altre simili; poich'egli è certo, che toccandosi queste figure in un sol punto, non possono avere molto contatto, e per conseguenza nè anche gran connessione di parti. Noi abbiamo detto di sopra, che i cumuli, o masse, per esempio, di miglio, d'arena, di limatura di ferro, e simili hanno gran similitudine co' fluidi, da' quali non sono differenti, forse che nella grandezza delle parti componenti, nella diversa pulitezza delle medesime, e nella condizione della figura più regolare: e perciò vediamo, che simili cumuli tanto più participano le proprietà de' fluidi, quanto le granella sono più picciole, più liscie di superficie, e meno angolari; ond'è, che se noi c'immagineremo, per esempio, uno di questi cumuli formato di particelle minutissime, e per conseguenza insensibili, di figura curva, e di superficie ben tersa, di modo che non possa impedire lo strisciamento, dell'altre parti sopra di se; noi avremo o un vero fluido, o almeno un esattissimo modello di esso, senza che a renderlo tale concorra alcuna efficienza di moto.

Non occorre affaticarsi molto in cercare diverse figure, secondo la diversità de' fluidi, abbenchè il numero di essi sia indefinito: perchè, trattandosi di fluidi artificiali, o misti, ogni figura, come si è detto, può soddisfare, potendo la violenza del moto superare quel più di resistenza, che proviene dalla medesima: e per li fluidi naturali egli è certo, che non sono molti, se si prendono nella loro semplicità; e forse fra quelli, che si sanno; non v'è che l'Acqua, l'Aria, e l'Argento vivo. Per gli altri corpi fluidi può bastare o la mistura dell'acqua in sufficiente abbondanza, che li renda tali, o pure quella degli altri fluidi naturali sopra enunciati, dipendendo ogni loro diversità dalla varia mistione, proporzione ec delle materie, o saline, o solfuree, o terree, o bituminose, o d' altra natura. Basta dunque di determinare la figura delle parti di detti tre fluidi, per intendere la natura della fluidità di tutti gli altri, che da essi la participano.

E cominciando dall' acqua, egli è manifesto per testimonio de' nostri sensi, ch'ella è trasparente, e ponderosa, ma non eccessivamente; e di più, ch'ella non è compressibile, cioè, che non può ridursi per forza esterna in un luogo minore di quello, che essa naturalmente occupa, prescindendo dalla rarefazione, e condensazione, che patisce nell' introdursi, e partirsi da quella il calore. Per ispiegare queste affezioni, basta supporre, che le parti dell'acqua siano sferiche: posciache, per quello, che riguarda la

flui-

fluidità, toccandosi le sfere in un sol punto, egli è evidente, che i contatti saranno indivisibili, e perciò, o niuna, o quasi niuna sarà la coerenza delle parti: La trasparenza è facile a spiegarsi col mezzo de' pori, che necessariamente debbono lasciare le sfere insieme combinate, i quali saranno disposti in linee sensibilmente rette, non potendovi mai essere altro divario, che il semidiametro di una di dette sferette, ch' è insensibile, e tale, che non potremmo assicurarci con qualsisia diligenza di tirare sopra un foglio di carta una linea ben dritta, che non avesse sinuosità maggiori di quelle, che in questo supposto, si concepiscono nella rettitudine d'un raggio di luce, che passi per gl'interstizj lasciati da dette sferette: ed in fine l'incompressibilità, ed il peso nasce dalla solidità di detti componenti, e dal non potersi ristringere li pori predetti.

Rispetto al Mercurio è necessario salvare in esso, oltre l'essere di fluido, anche la grande ponderosità, e l'opacità, il che non è così facile da ottenersi. Noi sappiamo, che il peso assoluto de' corpi nasce dalla quantità della materia, che li compone, ed il peso specifico de' medesimi è dovuto al più, ed al meno della materia compresa sotto una mole eguale. Egli è inoltre probabile, ed accettato da' migliori fisici, che la diafaneità provenga dalla rettitudine de' pori; i quali si trovano nelle sostanze diafane, purchè essi siano permeabili da quella materia, che è il soggetto della luce; e perciò, o non avendo un corpo poro veruno, o avendone, se essi saranno disposti in linee sensibilmente oblique; o se pure saranno piccioli a segno, che non possa penetrarvi con libertà la sostanza eterea, che verisimilmente si crede la base della luce, o ch'ella non possa mantenere, durante il passaggio per essi, le agitazioni ricevute dal corpo luminoso, è necessario, che succeda l'opacità. Quindi è, che per ispiegare le accennate affezioni dell' Argento vivo, bisogna supporre, che le di lui parti, qualora siano semplici, ed elementari (come parmi di dovere ragionevolmente asserire) posseggano tal figura, che non permetta, se non minimi contatti. E perchè tal sorta di toccamento produce per necessità molti interstizj, e pori; perciò non potendosi unire alla natura del fluido omogeneo la loro deficienza, o obliquità, è necessario, che essi siano picciolissimi, anzi tanto pochi, che il loro difetto basti a supplire alla prevalenza del peso specifico. Tutto ciò mi è paruto potersi ottenere, ponendo, che le parti del mercurio siano di figura sferoidea, ma tale, che il di lei diametro maggiore abbia una grandissima proporzione al minore, il quale debba essere non molto più grande di quello di una particola d'etere, e ciò perchè l'interstizio resti tanto piccolo, che l'etere predetto vi passi sì, ma non con libertà, e che perciò la di lui azione, nella quale consiste l'essenza della luce, o venga a perturbarsi, o resti insensibile. La grandezza del diametro maggiore di esso sferoide, serve ad ispiegare la ponderosità di esso, perchè sminuisce il numero degl' interstizj, e per conseguenza da luogo a maggior copia di materia.

L'unione dell'elastica, o sia compressibilità colla natura del fluido naturale, che si osserva nell'aria non è stata sinora sufficientemente spiegata. La maggior parte de' Fisici si accordano nel dire, che l' aria è composta di parti di figura spirale, il che io non negherei; ma non farei già facile ad approvare la spirale rivoltata intorno ad un cilindro, o pure ad un cono, e molto meno la semplice figura arcuata; perchè tal sorta di figure, o contrasta alla fluidità, o non soddisfà appieno alle condizioni dell' elastica. Quindi è, che io puttosto eleggerei una spirale avvolta intorno ad una sfera, di maniera, che le distanze delle rivoluzioni fossero permeabili dalla

la sola materia eterea, che perciò potesse riempire la capacità della sfera medesima. Con tal supposto egli è chiaro, che si spiega perfettamente la fluidità sempre permanente dell'aria; posciache, siccome un gran cumulo di sferette di filograna, potrebbe dirsi godere qualche sorte di fluidità, così la medesima non può negarsi all'aria, se le di lei parti siano simili ad una di quelle. In oltre è evidente le compressibilità potendo ognuna delle rivoluzioni spirali sottentrare, o almeno accostarsi al piano della vicina, di maniera, che tale sferetta possa comprimersi, e compressa che sia, dilatarsi per la lunghezza dell'asse delle rivoluzioni medesime. E perchè tali compressioni riducono la spirale predetta dalla configurazione di una sfera a produrre la fluidità, manifestamente apparisce, che l'aria, compressa, o dilatata, che sia, non accresce, o sminuisce l'essere suo di fluido, ma è necessario, ch'ella lo conservi sempre; se pure non vogliamo porre tale la distanza delle rivoluzioni, che possano tutte spianarsi in un cerchio massimo della sfera medesima, nel qual caso pure dovrebbe mantenersi qualche sorte di fluidità.

La predetta figura ha un affezione particolare, che difficilmente si trova nell'altre ipotesi, ed è, che tale spirale sferica può essere compressa al lungo dell'asse, da qualunque lato riceva ella i conati della forza comprimente, siasi questa o esterna, o fatta dal peso delle parti superiori del medesimo fluido; Anzi, se noi vorremo ammettere un moto qualsisia nell'etere, che lo porti a traverso di tutte le sostanze composte [come per salvare moltissime apparenze, pare necessario doversi fare] non sarà difficile nel medesimo supposto trovare la causa della stessa forza elastica; poichè posto, che una forza comprimente abbia così ristrette insieme le rivoluzioni della spirale predetta, che l'etere non possa con libertà passare fra l'una, e l'altra: di necessità, tentando egli l'entrata, dovrà far forza per allargarle, e scostarle una dall'altra, e questa forza sempre dovrà essere maggiore, quanto più ristrette fra di se saranno le rivoluzioni della spirale; Ecco adunque la causa, per la quale le parti dell'aria, compresse, che siano, tentano continuamente di ridursi a mole più grande, nel quale conato consiste la forza elastica. Per ultimo si manifesta la cagione del poco peso dell'aria, attesa la poca materia, che compone la di lei sostanza, e le grandi vacuità, che per conseguenza risultano non solo tra una sfera, e l'altra, ma anche dentro la corporatura di ciascheduna di esse.

Io ho pensato più volte quale differenza debba porsi fra le parti dell'acqua, e quelle dell'etere, il quale, sebbene è un liquido, che niente si manifesta per se medesimo a' nostri sensi; rende però con li proprj effetti altrettanto chiara la sua esistenza a chi lo risguarda con gli occhi d'una ben purgata ragione. Dopo molte meditazioni finalmente mi sono fermato a credere, che la figura delle parti dell'uno, e dell'altro sia la medesima, e che la differenza tutta, per quello spetta alla materia, sia constituita nella mole di esse di gran lunga maggiore nell'acqua, che nella sostanza eterea, e per quello che appartiene alla diversità delle affezioni, consista questa nella varietà de' movimenti, da' quali è agitata l'una, non l'altra sostanza. Se ciò vorrà supporsi, facilmente se ne potrà dedurre, che l'etere contenuto dentro una mole eguale, per esempio di un piede cubo, ha meno di materia di quello abbia verun altro corpo, avvegnache i di lui interstizj, come che fatti dalle più picciole figure, che siano fra le parti materiali dell'universo, non possono essere riempiti d'altra materia, e per conseguenza restano voti; dove quelli degli altri corpi essendo aperti alla sostanza eterea, non hanno dentro di se altre vere vacuità, che quelle, che restano

no fra le particole della medesima. Ho detto *vere vacuità*, perchè, se debbo confessare il vero, non molto mi convincono gli argomenti di Cartesio, con li quali pretende egli di provare l'esistenza d'una sostanza più sottile dell'etere, che riempia tutti gl' interstizj degli altri corpi, chiamata da esso primo Elemento.

Sin quì abbiamo supposto, ma non provato, che le particole de' fluidi siano orbicolari, e precisamente, che quelle dell'acqua [il che è il nostro principale intento] siano sferiche; ora è necessario darne qualche prova in modo, che non resti luogo di dubitare della verità di tale ipotesi. E perchè delle cose di fatto non si può avere altra evidenza, che quella, la quale nasce, o dall'apprensione immediata, come succede nella cognizione, che si ha di esse per mezzo de' sensi, i quali nel nostro caso non arrivano a darcela, ovvero dalla coerenza degl'effetti sensibili colle Idee fisiche formate nell'intelletto per ispiegarli: ci daremo a dimostrare, che, posto che l'acqua sia un aggregato di picciole sferette gravi, deono succedere quegli effetti, che giornalmente s'osservano esser proprj di essa, e degli altri fluidi, che da essa hanno la fluidità. Io suppongo le sferette dell'acqua gravi, senza stare a cercare d'onde provenga la loro gravità; perchè tale ricerca è più propria della Fisica, o della Statica, che di questo Trattato. Non si può per tanto negare, ch'ella si trovi nelle particelle de' fluidi; perchè essendo essi gravi, bisogna, che tali siano per la gravità delle proprie parti, siccome devono la propria mole all'aggregato delle picciole molecole, che li compongono.

Prima però di venire alle dimostrazioni, egli è necessario di premettere alcune definizioni per maggiore facilità del discorso. Per fare adunque strada alle medesime, si avverta, che del fluido, del quale abbiamo a parlare, si debbono intendere le parti contigue, e perciò dovendosi toccare, e supponendosi esse sferiche, sarà il contatto in un punto, per lo quale passerà la linea, che connette li centri. Supponiamo ora, che si trovino più sfere A, B, C, D, le quali abbiano i centri nella linea A D, questa [1.] si chiami *linea de' centri*, e la serie delle sfere predette si chiami (2.) *linea di sfere*. due di queste linee contigue, e parallele possono combinarsi in due maniere, cioè, o supponendo, che la seconda linea di sfere sia talmente situata colla prima A D, che l'altra linea de' centri A E stia ad angoli retti con la A D; ovvero supponendo, che faccia colla medesima angoli obbliqui, come A G. Nel primo caso egli è evidente, che le quattro sfere A, B, N, E, faranno spazj quadrangolari; ma nel secondo, come che tre sfere concorrano a fare uno spazio, sarà ognuno di questi triangolare, come quello, ch'è fatto dalle sfere A, G, B. Nell'una maniera, o nell'altra, se tutte le sfere avranno i centri in un medesimo piano (3.) si dica questo *piano de' centri*, e (4.) le sfere tutte *piano di sfere*, il quale (5.) se sarà orizzontale si chiami *strato*, e questo nella prima combinazione (6.) si nomini *piano*, *o strato retto*, e [7.] nella seconda *strato*, *o piano obbliquo*. *Fig.* 1.

Sopra di uno strato si possono intendere parimente situate in due maniere le altre sfere, che formano l'altezza di una massa di esse: cioè, supponendo prima, che sopra ogni sfera insista a perpendicolo un altra sfera, di modo, che la linea, che connette il centro della sfera superiore con quello dell'inferiore, sia perpendicolare alle due A E, A B dello strato retto, ed alle due A C, A G, dello strato obbliquo; o pure, che insistendo la sfera superiore a perpendicolo sopra gli spazj (siano triangolari, o quadrangolari) la linea, che congiunge li centri delle sfere superiore, ed inferiore sia obbliqua al piano sottoposto. Io rigetto la prima maniera, abben-

benchè abbracciata dal Ciassi, e da Monsignor Varignon, perchè io non sò darmi ad intendere, per qual cagione le sfere del secondo strato non abbiano a posarsi nel luogo più basso, che da loro un appoggio più stabile di tre, o quattro sfere di base, piuttosto che nel più alto, sul quale stanno in bilico, posando sopra un sol punto. Assumendo adunque, che le sfere del secondo piano superiore insistano agli spazj lasciati tra le sfere del primo: io osservo, che o si pongano nel piano orizzontale gli strati obbliqui, o pure i retti, necessariamente dee succedere nella massa delle sfere il medesimo modo di combinazione; poichè nell'uno, e nell'altro caso ogni sfera resta circondata da dodici sfere, i contatti vicendevoli delle quali lasciano spazj, alcuni de'quali sono triangolari, altri quadrangolari, cioè otto de'primi, e sei de'secondi, come può ognuno osservare facendone la combinazione, e come si può anche facilmente dimostrare. Credo nulladimeno che vi sia qualche cagione, che determini gli strati ad essere piuttosto retti, che obbliqui, e perciò valerommi nelle seguenti dimostrazioni di tale supposto, col quale anche meglio, e più facilmente si arriva alle dimostrazioni.

Si consideri dunque, che, posto uno strato retto, ogni sfera superiore, insistente ad ognuno degli spazj del piano inferiore, tocca quattro sfere, come la sfera soprapposta allo spazio R tocca, e s'appoggia sopra le quattro L, N, O, P; e perchè sono posti intorno ad ogni sfera quattro spazj, perciò ogni sfera del piano inferiore, come N, sarà toccata, e premuta da quattro delle superiori, insistenti agli spazj R, S, T, V; ora o sia la sfera R premente le quattro sfere predette, o pure la N premuta da altre quattro: connettendo con rette linee li centri della premente, e delle quattro premute, o pure quelli della premuta, e delle quattro prementi, formeranno queste la metà di un ottaedro; posciachè i centri delle quattro premute sono disposti negli angoli d' un quadrato N P, il cui lato è L N doppio del semidiametro, perciò eguale al diametro delle sfere: E similmente le linee, che da N, L, vanno al centro della sfera soprapposta allo spazio R, passando per lo contatto di esse faranno un triangolo, del quale ognuno de' lati sarà eguale al diametro d' una sfera, cioè al lato N L della base quadrata; sarà adunque un triangolo equilatero, e la figura formata dalle linee connettenti questi centri, sarà terminata da un quadrato, e da quattro triangoli equilateri; e perciò faranno un mezzo ottaedro. Nella stessa maniera si dimostrerà, che le linee, le quali congiungono i centri della sfera N premuta, con quelli delle quattro prementi, sarà un mezzo ottaedro eguale di lato al predetto, tra'quali non sarà altra differenza, che di sito, essendo in un caso la base N P nel piano inferiore, ed il vertice nel superiore, e nell'altro caso la base T R nel piano superiore, ed il vertice N nell'inferiore; posto ciò, si vede ben chiaro, che tutte le sfere insistenti agli spazj del piano inferiore formeranno un secondo piano di sfere parallele al primo, le quali vicendevolmente si toccheranno: e che li predetti ottaedri rivoltati colle cime, l'una contro l' altra, riempiranno lo spazio, lasciando tra di se interstizj tetraedrici, come è stato dimostrato da noi nelle *Riflessioni Filosofiche*. Essendo adunque, che nel mezzo ottaedro, l'asse, cioè la linea tirata dal vertice al centro della base, cada ad angoli retti sul piano di essa; quindi è, che la linea perpendicolare verso il centro de'gravi, tirata dal vertice della piramide premente, passerà per lo punto R centro del quadrato N P, e dello spazio R: e similmente la linea tirata dal vertice N al centro del quadrato T R, che si dee intendere nello strato superiore sarà verticale. E perchè l'asse dell' ottaedro fa col lato di esso un angolo semiretto, quindi è, che la direzione

col-

colla quale la sfera insistente a R, spingerà le sfere sottoposte N, L, P, O sarà semiretta. Ciò premesso, veniamo alle proposizioni.

PROPOSIZIONE I.

Se sarà uno strato retto di sfere, e sopra di uno de' di lui interstizj sarà situata un altra sfera; premerà questa le quattro sottoposte egualmente, si per la perpendicolare, che per l' orizzontale.

Sia sopra l'interstizio R posta una sfera, la quale, come si è detto, poserà sopra le quattro L, N, O, P: dico, che questa premerà la sfera N, colla forza perpendicolare eguale a quella, colla quale la medesima sfera superiore spingerà orizzontalmente la sfera stessa N. Posciachè intendasi, che la sfera superiore sia Y, la quale prema la N con una qualsisia forza, che noi esprimeremo colla linea Y N, e da Y si tiri verso il centro de' gravi la perpendicolare Y R, e per N l' orizzontale N R; è dimostrato dalla scienza meccanica, che la forza obliqua Y N operi spingendo la sfera N, per la direzione Y N, con due forze, una perpendicolare, l'altra orizzontale, e che queste hanno alla forza Y N la medesima proporzione, che hanno le linee Y R. R N alla Y N; ma Y R è eguale ad R N, essendo l'angolo R Y N semiretto, e l'angolo Y R N retto; adunque la forza, colla quale la sfera Y spinge perpendicolarmente la sfera N, è eguale alla forza, colla quale la sfera N è spinta da Y orizzontalmente. Il che ec.

Fig. 1. *Fig. 2.*

Corollario I.

Di quì ne segue, che *la forza esercitata dalla sfera Y, per la direzione Y N sta alla forza perpendicolare, o orizzontale* come Y N ad N R, cioè *come il lato dell'ottaedro N O, al semidiametro R N del quadrato N P.*

Fig. 1.

Corollario II.

Nella stessa maniera si dimostrerà, che *le sfere soprapposte agli spazj S, T, V, premeranno ognuna tanto perpendicolarmente, che orizzontalmente la medesima sfera N, colla stessa proporzione;* ed essendochè *ognuna di esse spinge obliquamente con egual forza, stante l' egualità degli angoli delle loro direzioni colla linea verticale*, ne segue, che ancora *le forze così perpendicolari, che orizzontali saranno eguali*, e perciò la sfera N, sarà spinta perpendicolarmente verso il centro de' gravi da quattro forze, ognuna delle quali sarà eguale al semidiametro del quadrato T R; e conseguentemente *la forza, colla quale la sfera N è spinta all' ingiù perpendicolarmente dalle quattro sfere soprapposte, sarà quadrupla del semidiametro del medesimo quadrato, e dupla del diametro*; e questa sarà anche la misura della forza totale, o momento libero d' una delle sfere.

Corollario III.

Spingendo adunque le due sfere R, S, secondo le direzioni R N, S N,

la sfera N, contro gli spazj T, V, con due forze orizzontali R N, S N, fra loro eguali, ed inclinate insieme ad angolo retto; se si tirerà per S la linea S O, parallela ad N R, e per R, la linea R O, parallela ad N S, si uniranno queste nel centro della sfera O; onde tirata O N, sarà questa la misura della forza, colla quale le due sfere R, S, spingono la sfera N, per la direzione O N E, contro la sfera E, come è dimostrato da' Meccanici, e perchè O N è il lato del quadrato, il quale è anche misura della forza obliqua, ne nasce, che *la forza, colla quale la sfera N, è spinta orizzontalmente contro una delle quattro sfere, che la toccano nello stesso strato, sia eguale alla forza obliqua di una delle quattro sfere soprapposte* Nell'istesso modo si dimostrerà, che le quattro sfere L, O, B, E, sono spinte ognuna contro la sfera N, con forza eguale alla forza obliqua. Ciò si può anche provare supponendo, che gli spazj T, S, V, R, restino senza sfere, che la sfera O sia spinta per O N, dalle sfere degl'interstizj M, I; e che la sfera L, sia spinta contro N, dalle sfere insistenti agl'interstizj H, 4. ec le quali forze delle sfere O, L, saranno equilibrate da quelle, che poste le sfere in S, R, V, T, comporrebbero le S, R, contro O, e le V, R, contro L, ec. e perciò le due R, S, spingeranno N, per O N, e le due R, V, spingeranno N, per L N, ec. Sarà dunque *la sfera N*, spinta orizzontalmente con direzioni contrarie da forze eguali, e conseguentemente *starà immobile* pareggiandosi nel di lei centro le forze prementi.

Corollario IV.

Posto adunque, che la sfera N, sia spinta per le direzioni O N, L N, con forze eguali ad O N, L N; ne segue, che tirata per O la linea O P, parallela ad N L, e per L la linea L P, parallela ad N O, concorreranno queste nel centro P; e P N, sarà *la forza, colla quale le due sfere O, L, spingeranno la sfera N, contro lo spazio T*; sarà perciò *questa forza* eguale a T R diametro del quadrato T R, e per conseguenza *sarà la metà della forza totale, o libera di una delle sfere.*

PROPOSIZIONE II.

Se sarà uno strato di sfere, e sopra uno de' di lui interstizj sia posta una sfera premente quattro di esse, le quali siano spinte orizzontalmente da quelle, che sono insistenti agli altri spazj, con una forza eguale al diametro del quadrato, che è base del semiottaedro; sarà da queste forze unite sostenuta la pressione perpendicolare d'una sfera, ed ognuna la spingerà obliquamente all'insù, secondo la direzione dell'angolo semiretto, con una forza, che valerà il lato del medesimo quadrato.

Fig. 1. Sia allo spazio R insistente una sfera, la quale spinga obliquamente le quattro sfere L, N, O, P, le quali all'incontro siano spinte verso R, con forze eguali a P N, L O, N P, O L, secondo quello, che si è dimostrato al Corollario IV. della Proposizione antecedente; dico, che queste forze unite, saranno bastanti a sostenere il peso totale della sfera R, e che ognuna di esse spingerà all'insù obliquamente ad angolo semiretto la sfera R, con forza eguale al lato del quadrato N O; poiciachè supposto, che *Fig. 2.* N P sia la forza, colla quale la sfera N opera orizzontalmente contro lo spazio R, egli è da notarsi, che questa forza dovendosi esercitare per N P, incontra la resistenza delle due sfere Y, &, la prima superiore, la se-

con-

conda inferiore alla sfera N, e perciò la forza N P, si dividerà nelle due sfere Y, &, spingendole per le direzioni N Y, N &, egualmente inclinate alla linea N P; cioè, come si è dimostrato, ad angolo di gr. 45. condotta dunque per P la linea P Y, parallela ad N &, e per lo stesso punto P la linea P &, parallela a Y N, sarà la forza di N, esercitata per l'orizzontale, alla forza di N, esercitata per le inclinate, come N P, a Y N, ed essendo N P, diametro del quadrato, sarà Y N il di lui lato; e perciò la forza, colla quale la sfera N, spinta orizzontalmente, spinge la sfera Y all' insù per la linea inclinata N Y, sarà commensurata dal lato del quadrato, base del semiottaedro. Di più, perchè la direzione obliqua N Y, si risolve nell' orizzontale N R, e nella verticale R Y, sarà la forza, colla quale la sfera N, mediante la forza, e direzione N P, spinge insù verticalmente la sfera Y, commensurata dalla linea Y R, e perchè questa è la metà del diametro del quadrato, e la forza totale d' una sfera equivale al doppio diametro del quadrato; ne segue, che la forza colla quale è spinta la sfera Y verticalmente da N, sia un quarto della forza totale d' una delle sfere; e perciò concorrendo a spingere in sù la sfera Y, tre altre sfere, sarà l' azione di tutte unita, eguale alla forza d' una di esse, e consequentemente tanto premerà al basso perpendicolarmente la sfera Y, insistente allo spazio R, quanto le quattro L, P, O, N, che circondano lo spazio medesimo, spingeranno la medesima all' insù verticalmente; e tanto la sfera Y, spingerà al basso obliquamente una delle sfere, v. gr. L, quanto la medesima spingerà Y, colla medesima obliquità all' insù. Il che ec.

Fig. 1. e 2.

Corollario I.

Intendendo adunque, che attorno della sfera N, dalla parte inferiore degli spazj T, S, R, V, sottentrino *quattro sfere*, queste *spingeranno la sfera N all' insù con tanta forza, quanta è quella, colla quale la sfera N spinge le medesime all' ingiù.*

Corollario II.

Essendo adunque, che le sfere sottoposte spingano obliquamente all' insù la sfera N, con una forza eguale al lato del quadrato, v. gr V R, ed essendo la medesima sfera N spinta dalle quattro sfere orizzontali colla forza medesima, e similmente dalle quattro insistenti agli spazj, T, S, R, V, ne segue, che *tutte le dodici sfere, che circondano la sfera N, la spingano con direzioni centrali eguali fra loro.*

Corollario III.

E perchè ogni sfera di qualsisia strato sottoposta allo strato superiore, può concepirsi, e come una delle circondanti alcuna delle sfere, che la toccano, e come circondata da dodici altre ne segue, che *ogni sfera spinga, e sia spinta da tutte le parti egualmente;* e perciò *sia constituita in un perfetto equilibrio.*

Corollario IV.

E perchè, come ſi è dimoſtrato al Corollario IV. della Propoſizione antecedente, la preſſione orizzontale ſoſtenuta da una sfera per la forza delle ſoprappoſte, è eguale alla metà della forza totale, e nell' iſteſſa maniera può dimoſtrarſi, che la forza orizzontale, colla quale è ſpinta la medeſima sfera dalle ſottopoſte, è eguale alla metà della medeſima forza totale; *ſarà tutta la forza, colla quale è ſpinta una sfera orizzontalmente, eguale alla forza totale.*

Corollario V.

Ogni sfera dunque *circondata da dodici sfere ſarà ſpinta perpendicolarmente, verticalmente, ed orizzontalmente con una forza, che equivale al peſo d' una sfera, o di ſe medeſima.*

PROPOSIZIONE III.

Le forze, colle quali ſono ſpinte due sfere eſiſtenti in diverſi ſtrati ſottopoſti al primo ſuperiore, ſono proporzionali al numero degli ſtrati ſoprappoſti.

Fig. 1. Noi abbiamo dimoſtrato al Corollario II. della Propoſizione prima, che la forza N, è ſpinta in giù perpendicolarmente da ognuna delle sfere T, S, R, V, con una forza, che è la quarta parte della forza totale, o libera d' una di eſſe; adunque la sfera N, così ſarà ſpinta al baſſo, come ſe ſopra di eſſa poſaſſe a perpendicolo un altra sfera, e così tutte l' altre; e perchè la sfera N è eguale di peſo a quella, che ſi figura poſare ſopra di eſſa; premerà dunque eſſa le sfere del terzo ſtrato con forza duplicata di quella, colla quale eſſa è premuta, e così tutte le altre; ſarà dunque lo ſteſſo, o che ſi conſiderino le sfere del terzo ſtrato, come premute da quelle del ſecondo, e del primo, o pure come premute ſolo da quelle del ſecondo; e col ſuppoſto, che le sfere del ſecondo ſiano di materia il doppio più grave, e così ſucceſſivamente; e perchè la moltiplicazione della gravità ſi dee fare ſecondo la proporzione del numero degli ſtrati ſoprappoſti, o che è lo ſteſſo, della diſtanza dello ſtrato inferiore dal primo, o ſia dell' altezza; perciò le preſſioni patite dalle sfere de' piani ſottopoſti ſaranno fra di loro in proporzione de' numeri de' medeſimi, eſſendo le preſſioni proporzionali alla gravità de' peſi prementi. Ma perchè le sfere, che ne circondano un altra, ſono ſituate in tre ſtrati, ſi dee dimoſtrare, che le sfere del ſecondo, e terzo ſtrato, non ſpingano la sfera di mezzo, che colla forza del primo.

Fig. 2. Sia la sfera Y, ſituata in qualſiſia degli ſtrati inferiori (ſupponiamo nel 4) dovrà ella perciò intenderſi come di peſo quadruplicato; lo ſteſſo ſi dovrà intendere di tutte le altre sfere dello ſtrato, nel quale ſi trova Y; ma perchè alla ſpinta eſercitata per l' orizzontale del centro di Y, non aggiunge, nè leva coſa alcuna, la gravità della sfera Y; opererà ſolo il peſo triplicato, cioè quello di tre sfere, o de' tre ſtrati ſuperiori. Dovraſſi bene conſiderare la sfera N, premuta dalle sfere de' quattro piani ſuperiori, come quadruplicata di peſo, e con tal forza, a proporzione, ella agirà nella direzione orizzontale N P; mà perchè la ſpinta, che fa contro la sfera Y del pia-

piano superiore per la direzione N Y, trova il peso particolare di Y, eguale al peso particolare di N, nella medesima direzione N Y; perciò il peso proprio di Y, detrarrà dalla forza di N il peso proprio di N, o di una sfera mossa per la direzione N Y, e perciò la sfera N, spingerà la Y contro quelle degli strati soprapposti, con forza eguale a quella, colla quale le sfere superiori premono obliquamente la sfera Y; essendosi adunque dimostrato, che le pressioni superiori sono proporzionali al numero degli strati soprapposti alla sfera Y, nella medesima ragione saranno anche le pressioni verticali, ed oblique all' insù; e conseguentemente le sfere poste in diversi strati patiranno per ogni verso le pressioni, che saranno proporzionali al numero degli strati soprapposti. Il che ec.

Corollario.

Perchè adunque ogni sfera è spinta in ogni parte omologamente con pressioni eguali, e queste sono proporzionali all' altezze degli strati; ne segue, che per trovare la forza, colla quale una sfera è premuta, o spinta, non occorre considerare, che la sola altezza, e perciò *qualunque sia l' ampiezza degli strati, abbenchè infinita, non si muteranno le pressioni sostenute da ciascheduna delle sfere.*

Fin quì abbiamo supposti gli strati, come indefiniti in ampiezza, o piuttosto, come superficie sferiche descritte attorno il centro de' gravi, come quelle, nelle quali non v' è bisogno di alcun resistente per impedire, come era d' uopo, lo scostamento delle sfere degli strati sottoposti, a cagione della pressione delle sfere superiori; ma da quì avanti supporremo gli strati circonscritti da' suoi termini.

PROPOSIZIONE IV.

Se sarà uno strato di sfere, all' estremo del quale non si trovi alcun resistente, che possa impedire il moto orizzontale di esse, e se sarà soprapposta ad uno degli spazj una sfera, spingerà ella le altre, e scostandole, farassi luogo nel piano, o strato medesimo, nel quale discenderà.

Sia lo strato di sfere contenuto dalle linee A D, A X, X &, & D, e sopra lo spazio R s' intenda esservi una sfera insistente: dico, che questa discenderà, e farassi luogo fra le sfere N, O, L, P. Posciachè, essendo dalla sfera R spinte immediatamente le sfere predette con una direzione orizzontale, e con una forza eguale alla linea R O; sarà spinta la sfera O, da R verso O; e perchè la sfera O spinge le due F, C, per le direzioni O C, O F; per queste medesime linee saranno spinte le sfere C, F, e per la medesima tutte le altre esistenti nelle linee O F, O C: Per la stessa ragione sarà spinta la sfera N, per R N; e le sfere B, E, per le linee N B, N E ec. Lo stesso si dimostrerà delle sfere L, P, le quali saranno spinte per le linee R L, R P, e le loro con termine per le linee L Y, P Z; e perchè queste sfere non hanno impedimento veruno, il quale nè meno può nascere dal piano inferiore, che si suppone orizzontale; però le sfere N, L, P, O, ubbidiranno alla pressione della sfera R, e si allontaneranno l' una dall' altra fin tanto, che sia fatto luogo alla sfera R, nel piano predetto. Il che ec.

Fig. 1.

Corollario I.

Egli è dunque impossibile, che una sfera sia sostenuta sopra di quattro altre, ogni volta, che le sottoposte abbiano potere di scorrere per lo piano orizzontale, nel quale sono situate, e perciò *un mucchio di sfere affetterà sempre di avere la superficie disposta in uno strato, o sia piano orizzontale, o più propriamente in una superficie sferica, il cui centro sia quello de' gravi.*

Corollario II.

Ma se *le sfere sottoposte saranno impedite mediatamente, o immediatamente dallo scorrere, potranno esse sostenere una, o più sfere soprapposte, e gl' impedimenti sopporteranno dalle sfere contigue la pressione, che loro è fatta da una, o più sfere insistenti allo strato inferiore.*

Corollario III.

E perchè le pressioni patite dalle sfere inferiori sono proporzionali all' altezze degli strati superiori; quindi è, che *le spinte fatte dalle sfere contigue alle resistenze contro di queste, saranno proporzionali anch' esse all' altezze degli strati soprapposti;* ond' è, che supposto, che tali sfere disposte in più strati siano situate dentro di un vaso, saranno *le diverse pressioni fatte da dette sfere contro le sponde del vaso, come le altezze degli strati superiori.*

E' però da avvertire, che dovendosi riempire un vaso di sfere, sarà quasi impossibile, che esse siano perappunto tante, quante bastano a coprire il numero degli strati, che quello può contenere; e perciò sopra gli strati compiti, potrà stare qualche numero di esse situate quà, e là sopra gl' interstizj dello strato superiore; ma queste trattandosi di sfere minime, e per così dire, di punti fisici, non vanno considerate, non alterando in concreto alcuna delle proposizioni dimostrate. E' anche da notarsi, che *una sfera sola soprapposta all' interstizio d' uno strato, non urta tutte le sfere di esso di moto orizzontale, ne gli urti ricevono egual pressione;* onde, perchè si verifichi l' asserito in questo Corollario, è necessario, che ve ne siano tante, quante bastano a spingere tutte le sfere del piano sottoposto nella maniera detta alli Corollari III. e IV. della prima Proposizione.

PROPOSIZIONE V.

Se in un vaso, le cui sponde siano oblique all' orizzonte, ed inclinate all' indentro, siano diversi strati di sfere, che lo riempiano; tutte le sfere degli strati inferiori sopporteranno le medesime pressioni, che patirebbero, se il vaso avesse le sponde perpendicolari all' orizzonte.

Per dimostrare questa Proposizione si dee avvertire quello, che abbiamo detto di sopra al Corollario della Proposizione III. cioè, che per trovare la pressione, che patisce una sfera, non occorre far capitale alcuno dell' ampiezza degli strati, ma solo del loro numero, o altezza; e perciò (qualunque sia la figura del vaso A C D E H I L B, e quantunque picciola l'

Fig. 3.

aper-

apertura della di lui bocca A B, saranno dalle sfere dello strato A B spinte al basso perpendicolarmente per N M le sfere, che si troveranno in essa linea; e perchè, mediante questa pressione, la sfera M è spinta orizzontalmente per la linea M O colla forza medesima, colla quale è spinta perpendicolarmente, come si è dedotto al Corollario IV. della Proposizione II; spingerà ella le sfere esistenti nella linea M O, colla forza medesima, non potendosi perdere, nè accrescere la spinta fatta per l' orizzontale M O: adunque la sfera O, sarà spinta mediante la pressione N M, come se sopra di essa fossero delle sfere situate nell'altezza P O; e perchè la sponda D E resiste all' alzamento della sfera O nella stessa maniera, che farebbe l' altezza delle sfere P O: eserciterà la sfera O le medesime pressioni, che avrebbe, se sopra di essa fossero le sfere P, O, e perciò potrà spingere all' ingiù, v. gr per O R, colla forza della pressione N M, ovvero P O, ma spingendo per O R, colla forza predetta, la pressione anderà aumentandosi secondo il numero degli strati, cioè secondo l' altezza della perpendicolare O S; adunque la pressione fatta in R, ed S, sarà eguale alla fatta dalle altezze N M, O S, o pure dall' altezza P S, che è la medesima, che l' altezza delle sfere nel vaso. Lo stesso si può dimostrare rispetto a tutte le altre sfere situate sul fondo orizzontale H I. Il che ec.

Si potrebbe dimostrare questa Proposizione col progresso delle dimostrazioni superiori, mediante la comunicazione delle pressioni, valendosi della figura settima; ma perchè ciò sarà facile a chi avrà inteso le precedenti; e perchè la dimostrazione addotta non manca della sua forza; non ci tratterremo più sopra di essa.

Corollario I.

Supposto, che nel vaso predetto sia tra le linee costituenti la sponda, *il lato F E orizzontale*, facilmente si dimostrerà nella stessa maniera, *ch' esso patirà le pressioni verticali in proporzione della perpendicolare P T*, posciachè essendosi dimostrato, che la sfera T è premuta dalle altezze N M, O T in quel modo, che sarebbe dall' altezza P T; spingerà ella orizzontalmente per T F, che si suppone nel secondo strato di sfere di sotto la linea E F; adunque quattro delle inferiori concorreranno a spingere all' insù contro il piano F E una delle superiori contigue al piano, e con tanta forza, quanta può fare l' altezza P T; adunque tutte le sfere, che toccheranno la sponda orizzontale F E la spingeranno all' insù a ragione di detta altezza; come si raccoglie dal Corol. I. della Prop. II.

Corollario II.

E perciò, *se saranno due vasi A F, D G communicanti* insieme mediante la parte, o tubo G F, l' uno, e l' altro ripieni di quegli strati di sfere, di che sono capaci, *e se il numero, e l' altezza degli strati del vaso maggiore A F sarà eguale al numero, o all' altezza degli strati del vaso minore D G*, tanta sarà la pressione sostenuta dalle sfere esistenti nel tubo di communicazione G I, dagli strati del vaso D G, quanta è quella, che ricevono dagli strati del vaso A F, e perciò tanto potranno resistere colla prima alla discesa delle sfere del vaso A F, quanto colla seconda, alla discesa delle sfere del vaso D G, e conseguentemente *saranno le sfere del vaso D G in equilibrio colle sfere del vaso A F.*

Fig. 4.

Corollario III.

Ma *se le altezze degli strati nell' uno, e nell' altro caso fossero disuguali* (poniamo la maggiore nel vaso D G) allora la pressione, che sopporterebbero le sfere poste in G F, sarebbe maggiore da G verso F, che da F verso G: dunque *le sfere G F sarebbero spinte da G verso F, ed entrerebbero nel vaso A F*, spingendo all' insù gli strati esistenti in esso, e deprimendosi gli strati nell' altro vaso D G; e perchè all' accrescersi il numero degli strati s' accresce la forza della pressione, e diminuendosi gli strati, si diminuisce la pressione, anderebbe scemandosi la forza della pressione da G verso F, ed accrescendosi la resistenza da F verso G, fino a rendersi eguali; e perchè allora solo ciò succederebbe, quando il numero degli strati nell' uno, e nell' altro vaso si fosse reso eguale; quindi è, che *tanto continuerebbero a passare le sfere da un vaso nell' altro, quanto stesse a farsi eguale il numero de' piani, o dell' altezze, ed allora si fermerebbero in equilibrio*.

Corollario IV.

Lo stesso succederebbe, se uno de' vasi communicanti fosse inclinato all' orizzonte, come N M; e perchè essendosi dimostrato, che le sfere in C, M, sono così premute, come se avessero sopra di se l' altezza degli strati D C, D M; ne segue, che trovandosi egual numero di strati, sì in N M, che in D G, ed A F, s' equilibreranno egualmente con quelle, che sono in D G, o in A F.

Corollario V.

Fig 3. Essendosi dunque dimostrato, che le sfere, che toccano il fondo orizzontale d' un vaso irregolare lo premono ognuna in ragione dell' altezza degli strati, qualunque sia la figura del vaso; ne segue, che *il fondo* predetto, v. gr. *H I sarà così caricato, come se sopra di esso vi fossero tanti strati eguali; quanti possono concorrere a formare l' altezza*, cioè come se il vaso avesse la figura di un prisma retto di eguale altezza a quella del vaso irregolare, e sulla medesima base.

Corollario VI.

Fig. 5. Lo stesso succederebbe, *se il vaso avesse il fondo stretto, e nell' avanzarsi all' alto s' allargasse*, come A B C D; posciachè tirata la linea C E verticale, tanto sarebbe premuta la sfera C, quanto portasse l' altezza E C, ed il simile si dica delle altre sfere fino a B: dunque il fondo B C sopporterebbe la pressione delle sfere, che lo toccassero ognuna a misura delle altezze, e perciò *il fondo sosterrebbe tanto peso, quanto può essere contenuto da un prisma, la cui base fosse il fondo B C, e l' altezza C E*.

Da tutte le Proposizioni fin' ora addotte, e da altre, che potrebbero aggiungersi per dimostrare co' principj fisici, e colla scorta della Meccanica tutte le proposizioni dell' Idrostatica, può bene vedere ognuno, che abbia

qual-

qualche pratica della natura de' corpi fluidi, che tutto ciò, che si è detto d'una delle sfere, che compongono uno strato, s' adatta precisamente ad ogni punto fisico, o gocciola di un fluido; poichè d'ognuno d' essi è certo, e ricevuto come principio dagl' Idrostatici. (1) Che non pesano, che secondo le altezze, (2) Che le loro impressioni ricevute dal peso delle parti superiori si esercitano per ogni verso, come in una sfera. (3.) Che queste impressioni sono eguali in qualsisia direzione. (4.) Che sono proporzionali alle altezze medesime. (5.) Che le superficie loro più alte si dispongono in un piano orizzontale, o in una superficie sferica, circa il centro de' gravi. (6.) Che ne' vasi comunicanti formasi l'equilibrio per la sola altezza del fluido, e perciò poca quantità d' un fluido può equilibrarsi con qualsisia quantità d' un fluido omogeneo a se medesimo, purchè, l'altezze siano eguali. [7.] Che il peso, col quale un fluido carica il fondo d' un vaso (di qualunque figura egli sia) è eguale a quello di un prisma retto di esso, di base eguale al fondo, e della medesima altezza ec. affezioni tutte, che s'osservano ne' fluidi, e si sono dimostrate dover succedere ne' cumuli delle sfere. E perciò (se può dedursi alcuna cosa dalla coerenza d' una ipotesi col fatto) bisogna asserire, che la constituzione de' Corpi fluidi da noi supposta, o sia affatto conforme al vero, o ne abbia almeno tutta quella apparenza, che può desiderarsi nelle cose della natura, onde crediamo di potere continuare senza scrupolo a valerci de' medesimi principj, per dimostrare una proposizione, che è il fondamento di quasi tutta la scienza del moto dell'acque, e della misura del corso delle medesime

Noi abbiamo detto, annoverando poco di sopra le affezioni più principali de' fluidi quiescenti al numero 4 che le pressioni, o sostenute dalle parti di un fluido, o esercitate dal medesimo contro e sponde d' un vaso resistente, sono fra loro in proporzione delle altezze di esso sopra le parti premute, la quale proposizione è stata riscontrata per vera ultimamente, anche mediante più esperimenti fatti dal Signor Dottore Gemiiano Rondelli Professore Mattematico, nell' Accademia Esperimentale, che fanno l' onore di adunare in mia casa alcuni de' più qualificati Professori di questa celebre Università, delle fatiche de' quali spero, che a suo tempo debba vederne il mondo letterato preziosi frutti in avanzamento della Fisica, della Medicina, e delle Mattematiche: detta Proposizione ha fatto credere a molti abilissimi mattematici, che anco le velocità, che hanno l' acque nell' uscire da' fori, o dalle fistole aperte nelle sponde de' vasi, dovessero avere la medesima proporzione dell' altezze; asserzione, che non è conforme all' esperienze fatte, e riferite dal Torricelli, dal Mersenno, dal Baliano, e da altri, e che io per accertarmene ho voluto replicare, nella maniera, che ho distintamente referita nel Lib II *della Misura dell' Acque correnti*, dalle quali costantemente apparisce, che dette velocità non sono come le altezze: ma bensì in proporzione dimidiata delle medesime.

Per far vedere dunque, che la prima Proposizione non ha relazione colla seconda, si osservi, che la causa, per la quale i gravi premono un piano sottoposto, è bensì la loro gravità, e la stessa è cagione, che i medesimi, levato che sia loro il sostegno, discendono verso il centro; ma d' altra maniera si dee discorrere de' conati, che il grave esercita contro le resistenze, e de' gradi di velocità, per li quali egli passa nel discendere. Egli è ben vero, che un corpo di doppio peso, tenta con doppia forza di superare le resistenze, e perciò premerà al doppio una tavola sottoposta, di modo, che si può con verità asserire, che tali conati, sforzi, o pressioni, sono in proporzione de' pesi; ma non perciò si deduce bene, che un corpo

dop-

doppio di peso, debba discendere con doppia velocità verso il centro de' gravi, essendo certissimo, che, prescindendo dalle resistenze, tutti i gravi discendono da altezza eguale in tempi eguali, come ha mostrato il Galileo *ne' Dialoghi*. Quindi è, che il diverso peso de' corpi non produce differenti velocità; e perciò il diverso peso del fluido può bene introdurre diversa pressione, ma non diversa velocità. Che se alcuno volesse porre in campo la differenza, ch'è tra' corpi fluidi, e i solidi; oltre ciò, che abbiamo detto nelle nostre *Epistole Idrostatiche*, potrebbe convincersi coll'esperimento seguente, che meglio d'ogni altro s'applica alla presente materia. Sia il vaso A B C D, il quale abbia nel fondo il foro D, e serratolo col dito, si riempia il vaso di Mercurio fino all'orizzontale A B; di poi aperto il foro D, si misuri, mediante un pendolo, il tempo, che spende il mercurio nell'uscire tutto dal vaso. Empiasi poi il medesimo vaso d'acqua, fino alla misura predetta, e parimente si lasci votare, osservando il tempo: e si troverà, che nell'uno, e nell'altro caso, i tempi del votarsi. saranno sensibilmente eguali: ed io posso asserire di propria sperienza, che in poco più di cento vibrazioni di un pendolo ben corto, col quale misurai l'uscita, prima del mercurio, indi dell'acqua; non trovai altra differenza, che d'una, o due vibrazioni, più nell'uscita dell'acqua, che del mercurio. Se dunque il maggior peso ne' fluidi prementi cagionasse, siccome maggior pressione, così maggiore velocità nel moto, sarebbe stato necessario, che il mercurio, il quale è circa tredici volte, e mezza più grave in specie dell'acqua, fosse uscito con velocità 13 volte in circa maggiore di quella dell'acqua; e pure è stata la medesima, rispetto tanto all'uno, che all'altra: ed in ciò non può ricorrersi agli sfregamenti, che patisce il fluido nell'uscire dal foro D; perchè, oltre che questi sono i medesimi nell'uno, e nell'altro caso, non possono essi detrarre tanto dalla velocità del mercurio. E perciò producendosi le medesime velocità, non ostante, che i pesi, e per conseguenza le pressioni, siano tanto differenti, egli è evidente, che i fluidi posti in moto, hanno le loro velocità regolate da altro principio: e che però di esse si dee in altra maniera discorrere, come apparirà dalla seguente dimostrazione.

Fig. 6.

PROPOSIZIONE VI.

Se un vaso sarà pieno di sfere, e nel fondo di esso sia un foro, per lo quale possano uscire con libertà alcune di esse sfere, e che il sito lasciato dalle sfere, che escono, venga riempiuto da altrettante, aggiunte nel tempo medesimo al disopra, di modo che il vaso resti sempre pieno; usciranno esse dopo qualche tempo, colla stessa velocità, come se fossero discese da tanta altezza, quanta è la distanza dello stato superiore dal foro.

Siano nel vaso A B C D situate le sfere G, H, I, M, X, N, ec. e s'intenda nel fondo B C, aperto il foro E F, il quale subito che sarà aperto, egli è certo, che la sfera G, trovandosi senza sostegno, discenderà perpendicolarmente verso il centro, come farebbe, se ella fosse cinque volte più grave del suo peso naturale, il che, come si è detto, non accresce le velocità. Giunta dunque, che sarà, la sfera col suo centro G, nel punto L, avrà la velocità corrispondente alla caduta G L; e perchè cadendo la G, manca il sostegno alle sfere H I; una di esse discenderà nel luogo di G; o pure vi sarà spinta la sfera M, mediante la pressione di N, che le è soprapposta, nel qual caso succederà lo stesso, che della sfera G, ma finalmente

Fig. 7.

te bisognerà, che levato il sostegno a qualche sfera dello strato immediatamente superiore, discenda anch'essa verso E F; e perciò, arrivata che sia col suo centro in L; avrà la velocità competente alla caduta H O, e nell'istesso tempo si moverà verso E F qualche sfera del piano più alto P Q discendendo, per la perpendicolare R L, o per le inclinate Q G, P G, e nell'uno, e nell'altro caso, arrivate ad L, avranno la velocità competente alla caduta R L; e così delle altre fino alla sfera S superiore, nel qual caso la velocità nell'arrivare ad E F, sarà quella della caduta S L; dunque la velocità, colla quale le sfere dopo qualche tempo usciranno dal foro E F, sarà quella, che averebbero, se dallo strato superiore fossero cadute fino al luogo del foro. Che se s'intenderà, che in luogo di quelle che vanno uscendo dal foro E F, ne siano successivamente somministrate delle altre, di modo che si mantenga sempre lo strato superiore nell' orizzontale V S, continueranno le sfere ad uscire colla velocità dovuta ad una caduta, che sia eguale all'altezza di esse sfere. Il che ec.

Si può questa verità dimostrare in altra maniera; Poichè, diasi, che nel primo tempo escano dal foro E F quante sfere si vogliano; sarà dunque necessario, che dal piano superiore V S, ne discendano altrettante ad occupare il luogo, lasciato pure da quelle del secondo piano per sottentrare nel terzo, e così successivamente, adunque nel primo tempo la velocità sarà la dovuta alla caduta da un piano in un altro Nel secondo tempo dunque, o discenderanno le medesime dal secondo verso il terzo piano, o no: se discenderanno, dunque nel secondo tempo anderanno accelerando il suo moto in ragione della caduta; se non discenderanno, percuoteranno le sfere sottoposte del secondo piano, comunicando loro quel grado di velocità, o quella quantità di moto, che hanno acquistata per la caduta dal primo, e questo grado di velocità, o quantità di moto, si comunicherà rivoltandosi orizzontalmente, fino a toccare quella sfera del secondo piano, che dovrà discendere verso il terzo; adunque questa riceverà tanto di velocità quanta è l' acquistata per la caduta dal primo piano; sarà dunque lo stesso, come se ella fosse realmente caduta dal primo piano; continuerà dunque nell'istesso modo la discesa accelerando il moto comunicato. Così successivamente discorrendo si proverà, che nel tempo, che una sfera sarà caduta dall' alto del vaso, fino al luogo del foro, le sfere, che sottentreranno in esso [o siano realmente cadute dal piano superiore senza ostacolo, o pure siano levate dagli strati inferiori, e spinte verso il foro] nel giungervi saranno affette di una velocità, che è dovuta alla caduta dal piano superiore Usciranno dunque col medesimo grado di velocità, e mantenendosi l' altezza, continuerassi la medesima velocità. Il che ec.

Corollario I.

Da questa dimostrazione apparisce, che *nel principio dell' uscita, le sfere non escono con tanta velocità, quanto dopo, e che questa va successivamente accrescendosi fino ad arrivare a quel grado, che è proprio della caduta dall' altezza sopra il foro*: e finalmente, che *il tempo di questo accelleramento, è tanto, quanto si richiede alla caduta dallo strato superiore fino al foro, che in poca altezza è insensibile.*

Co-

Corollario II.

E perchè le velocità acquiſtate per la caduta ſono fra loro in proporzione dimidiata delle altezze; ne ſegue, che *le velocità, colle quali le sfere eſcono da' fori ſottopoſti allo ſtrato ſuperiore, ſono tra loro in proporzione dimidiata delle altezze, come s' oſſerva appunto ne getti d' acqua.*

Corollario III.

Eſſendo, che le velocità acquiſtate per la caduta, ſe dopo di queſta, ſi rivolcino per qualſiſia altra linea, non perdono, nel punto del rivolgerſi, il ſuo grado, ne ſegue, che *ſe i fori ſaranno, orizzontali, ò verticali o inclinati come ſi voglia, le velocità dell' acqua, che eſce per eſſi, ſaranno tra loro pure in proporzione dimidiata delle altezze.*

Il Signor Mariotte, il quale con una ſomma diligenza ha fatte, circa a' movimenti dell' Acque, una gran quantità di eſperienze, trova, che in materia di queſti getti, le prime gocce, che eſcono da fori, hanno una velocità molto minore di quella, che s' acquiſta dopo qualche poco di tempo, il che è conforme a ciò, che nelle sfere abbiamo poco di ſopra dimoſtrato Ed in fatti egli è evidente, che, ſe dal vaſo A B C D pieno d' acqua, s' intenderà levato tutto ad un tratto il fondo B C, l' acqua immediatamente ſuperiore ad eſſo, comincierà a diſcendere al baſſo, e nello ſteſſo tempo ſarà ſeguitata da quella, che è nella ſuperficie; ma queſta velocità nel primo tempo ſarà molto minore, che in quello, nel quale la parte ſuperiore dell'acqua ſarà diſceſa alla linea orizzontale, che prima era occupata dal fondo del vaſo.

Io ſtimo ſuperfluo di avvertire in queſto luogo, che le dimoſtrazioni ſin ora addotte ſuppongono una perfetta aſtrazione da tutte le reſiſtenze, e coefficienze, che poſſono fare alterare qualche poco la loro verità; e perciò malamente opporrebbe, chi per provare, non eſſer vero, che i liquori ſpianino la loro ſuperficie orizzontalmente, adduceſſe l' eſperimento di una goccia d' acqua, che poſta ſopra una tavola, o ſopra una foglia di cavolo colmeggia: ovvero, che ne' cannellini ſottili l' acqua, aſcenda più, che ne' più ampi, ed altre ſimili; poichè egli è certo, che queſte diverſità dipendono da altre concauſe, e circoſtanze, non dal ſolo peſo, e fluidità dell' acqua, che ſono le radici del moto dell' acque de' fiumi, circa il quale ſi debbano aggirare principalmente le noſtre conſiderazioni nel preſente Trattato.

CA-

CAPITOLO II.

Dell' Origine de' Fonti naturali.

NOI vediamo per esperienza, che dalla superficie della Terra scaturiscono in molti luoghi le acque, altre delle quali stanno racchiuse in luoghi, o cavità particolari, che si chiamano vasche, o catini, ed altre sormontando le sponde di essi, s' incamminano a qualche parte, o perdendosi, dentro poco spazio nel terreno, se esse sono scarse, o pure incamminandosi all' unione di altre simili, se sono più abbondanti, dalla qual' unione se ne formano ruscelli, e da questi insieme uniti i fiumi. Quindi non sarà fuori di proposito, ricercare l' origine di quest' acque, che si chiamano sorgenti, o fonti, e dedurne l' origine de' fiumi, per fondamento delle susseguenti considerazioni.

Sopra questa materia hanno i Filosofi diversamente congietturato, poichè altri hanno creduto, che i fonti abbiano origine dalle sole acque piovane; ed altri, che il mare sia quello, che somministri la materia a queste scaturigini. I Signori dell' Accademia Reale delle scienze instituita a Parigi da Luigi il Grande, hanno fatte moltissime osservazioni per decidere simile questione, e seguitando l' avviso del P. Cabeo, e del Wreno, hanno cercato i Signori Perault, Mariotte, Sedileau, e la Hir di assicurarsi della quantità dell' acqua, che cade dal Cielo in un anno, siasi in pioggia, o in neve, per paragonarla dipoi a quella, che corre dentro gli alvei de' fiumi al mare; ed osservando gli ultimi due, farsi anche una grande evaporazione, tanto dall' acqua medesima, quanto dalla terra bagnata, hanno nello stesso tempo osservata la quantità dell' acqua, ch' è svaporata negli anni medesimi.

Il Signor Mariotte fece fare da un suo Amico l' osservazione a Dijon, e da essa determinò, che la quantità dell' acqua caduta in un anno, fosse di once 17. di altezza: Il Signor Perault l' osservò 19 in circa, con che s' accordano gli esperimenti replicati delli Signori Sedileau, e de la Hir, computando un anno per l' altro; poichè nell' anno 1689. l' acqua delle piogge fu quasi once 19. nel 1690. once 23 nel 1691. once 14 $\frac{1}{2}$ e nel 1692. once 22. $\frac{1}{2}$. Ma quello, che vi è di più considerabile, si è, che la quantità dell' acqua svaporata, sopravanza di gran lunga, quella delle piogge, determinandola il Signor Sedileau, once 32. $\frac{1}{2}$. per anno; ond' è, che sebbene dalla terra bagnata non svapora tant' acqua, quanta dall' acqua sola; nulladimeno non si può assai accertare, che l' acqua piovana basti per mantenere tutti i fiumi, senza l' aiuto di quella del mare. Il medesimo Signor Sedileau, *Nelle Memorie dell' Accademia Regia dell' anno* 1693. servendosi della portata di diversi fiumi, determinata per estimazione in proporzione del Po, dal P. Riccioli *al Libro* 10 *della sua Geografia Riformata*, calcola, che molto più acqua sia portata da' fiumi dell' Inghilterra, dell' Irlanda, e della Spagna, al mare, di quella possano provvedere le piogge, senza considerare-

derare la copia dell' evaporazione, che succede in un anno in tutta l' ampiezza di que' Regni, il che cagionerebbe tanto maggior differenza: ed abbenchè ragionevolmente si possa credere, attesa la difficoltà, che porta seco la misura dell'acque correnti, non assai ben conosciuta al tempo, che vivea detto Padre, che le di lui estimazioni siano molto lontane dal vero (tanto più, ch' i fiumi non portano sempre ugual corpo d'acqua in tutto il tempo dell'anno, ed è assai difficile il trovarne il mezzo aritmetico) nulladimeno non può essere tanto il divario, considerata che sia l' evaporazione ec., che resti alterata la verità della conseguenza, che egli ne deduce. S'aggiunge, che molti sono i fonti, che sensibilmente non s' alterano dall' Estate all' Inverno, o almeno non a proporzione della quantità delle piogge, che cadono: e che altri sono situati nelle cime de' monti altissimi, e scaricano in tutto l'anno copia d'acqua molto maggiore di quella, che ne' siti più alti di quel contorno cada dal Cielo, come mi asserì di avere osservato nelle Alpi, due anni sono, nel suo ritorno in Italia, il Signor Gio: Domenico Cassini (soggetto, il cui solo nome vale per un' elogio intero) ed io pure ho veduto in diversi luoghi, e particolarmente nelle montagne, che dividono lo Stato di Milano da quello de' Svizzeri, e Valesani. Si trovano anche diverse fontane, che ne' tempi più secchi dell' estate profondono l'acqua in maggior abbondanza, che ne' piovosi, e nell' Inverno; oltre che si sà, che l'acqua delle piogge, e delle nevi, non s'insinui regolarmente, che pochi piedi sotto la superficie della terra, scorrendone una gran parte, duranti le piogge più impetuose, ed il gran disfacimento delle nevi, per lo declive de' monti, e per lo dolce pendio delle pianure, senza entrare in minima parte dentro de' pori della terra

Non si può per tanto negare, che le acque piovane non contribuiscano molto a far accrescere quella delle sorgenti; poichè manifestamente si vede, che ne' tempi più aridi molte di esse s' illanguidiscono, ed al contrario, dalle piogge ricevono nutrimento, e vigore. Quindi è, che l' acque de' fonti medicinali, nelle stagioni piovose perdono, o sminuiscono la loro virtù, anzi in vece di essere profittevoli, si rendono nocive; ma, che l' acqua tutta de' fonti non riconosca altra origine, che dal Cielo; questo è quello, che non pare s' accordi assai bene, nè colla ragione, nè coll' esperienza, non solo per li motivi sopra addotti, ma per altri molti, che portano l' Erbinio nel Libro eruditissimo *de Cattaractis*, ed il dottissimo Signor Bernardo Ramazzini nel suo giudiciosissimo Trattato *De Fontium Mutinensium admiranda scaturigine*

Quelli poi, che hanno pensato, derivare i fonti dal mare, non si sono punto accordati nel descrivere la maniera, con che l' acque marine ascendano alle cime de' monti; poichè altri credendo, che la superficie del mare sia più alta di qualsivoglia altissimo monte, hanno detto, ciò farsi per la sola legge dell' equilibrio: ma vacilla il supposto, come ripugnante alla ragione, ed al senso. Altri hanno indotta una circolazione perenne, comandata da Dio nella Creazione dell' Universo, il che si ammette, ma per non crederla un perpetuo miracolo, è d' uopo cercare la causa, che la promuove, e mantiene; onde è, che alcuni hanno avuto ricorso ad una facoltà attrattiva della terra, per mezzo della quale siano tirate le acque dal basso all' alto; ma questa, oltre l' essere impercettibile, non si vede, per qual motivo debbe cessare, nel permettere, che fa il corso dell' acque per gli alvei, che le portano al basso. Altri perciò hanno posta in campo una forza di pulsione fatta da' flutti, e reciprocazioni delle acque sotterranee, o da' venti racchiusi, e compressi nelle caverne de' monti, alla maniera, che

si for-

si formano le fontane pneumatiche; ma queste cagioni non sembrano di tanta energia, quanto basta per ispingere l'acqua sino a quella misura alla quale, in fatti, sono elevate le cime di alcuni monti sopra la superficie del mare.

Ha l'ingegnosissimo Descartes apportata un opinione forse la più probabile, e la più prossima al vero. Suppone egli, che la terra sia, presso che tutta, cavernosa, principalmente nelle viscere de' monti (proposizione, che non ammette dubbio veruno, tanti sono i riscontri, che se n'hanno nell' osservazioni della terra) che di dette concavità, le più basse abbiano commercio, o mediato, o immediato col mare, cioè a dire, che il mare vi si porti dentro senza alcun ostacolo, e senza mutare la qualità delle sue acque; o pure, che queste passando per qualche istmo intermedio di sabbia, o di ghiaia, o di argilla, o di tufo, depongano le materie eterogenee ne' loro colatoj, ed entrino più purgate, e più pure nelle cavità della terra; E'poi certo, che questa possiede nelle sue viscere un calore assai sensibile (sia esso originato, o da' fuochi sotterranei, o d'altronde, poco importa) in maniera, che molte volte si vedono scaturire dalla terra acque così calde, che non possono essere tollerate dalla mano; siccome, dunque, si vede agitare il calore del sole nelle acque, che si trovano sopra la terra, o nella di lei ultima crosta, sminuzzandole in vapori, e facendole ascendere ad una considerabile altezza nell'aria; così egli è probabile, che il calore interno della terra faccia svaporare le acque contenute nelle caverne inferiori, e che i vapori appoco appoco ascendano, finchè, o sminuendosi l'azione del calore, o conglomerandosi, ed unendosi a forza di un resistente (quale è creduta communemente la densità, e freddezza de' sassi) degenerino in gocce, e vadano a colare in qualche ricettacolo, dal quale finalmente per le vene della terra, si portino alle proprie scaturigini. In questo passaggio, non è difficile a comprendersi, che i ricettacoli superiori, cioè più vicini alla superficie della terra, possano altresì ricevere l'acque delle piogge, e delle nevi insinuate, sì per li meati delle terre più porose, sì per le fessure de' sassi, che servono di fondamento al terreno; onde, quanto sono più frequenti, e copiose le piogge, tanto più cresce l'acqua ne' ricettacoli superiori della terra, che più in conseguenza ne somministrano a' fonti. Questi recipienti possono essere, o uno, o molti per grado disposti, nelle loro altezze, e non solo si possono intendere per cavità, o vasi, che contengano qualche copia d'acqua unita, ed ammassata in un luogo medesimo; ma anche per una sostanza terrea, e porosa, che s'imbeva, riceva, e tramandi gli umori acquosi, o per nuova esalazione alle parti più alte, o pure per insinuazione alle parti più libere, o vote, o aperte all'aria, come sono le vasche, o crateri delle fontane. Il che posto, non credo, che possa immaginarsi alcuno accidente circa la natura delle sorgenti, che non si possa esattissimamente colla predetta supposizione spiegare; onde intieramente aquietandoci in essa, passeremo a dedurne l'origine de' fiumi.

Egli è certo, che tutta l'acqua, che corre dentro gli alvei de' fiumi, ha origine immediata, o da' fonti, o dalle nevi liquefatte, o dalle piogge; sotto nome di fonti, in questo luogo, comprendo anche i Laghi, Stagni, o Paludi, se queste non abbiano il loro essere dall'influsso de' fiumi, o rigagnoli, o altr'acque sopraterranee, ma bensì dalle sole sorgenti; e la ragione si è, che, o il lago è effetto di una sorgente sola, ed in tal caso non è egli altro, che la gran vasca di una sorgente, o pure riceve l'acqua da più di esse, ed allora diventa una vasca sola, comune a più fonti, ed abbenchè vi siano de' laghi, che riconoscano la loro manutenzione da più cause,

cioè,

cioè, e dalle ſorgenti, e dagl'influſſi di altre acque ſopraterranee, e immediatamente dalle piogge medeſime; nulladimeno ſuſſiſte ſempre, che i fiumi tutti da qualcheduno de' tre principj ſopra memorati derivino. Rare volte s'incontra, che da una ſola fonte naſca un fiume conſiderabile, ma frequentemente, e per lo più, s'ingroſſano i fiumi per lo tributo, che ricevono, d'altri rivoli, che da una parte, e dall'altra dentro vi corrono, e nel progreſſo, anche dall'influſſo di altri fiumi, per un ſingolare artificio della natura, che ne manda molti ad unirſi inſieme, acciò più facilmente poſſano ſcorrere al loro termine, come a ſuo luogo ſi dirà.

Secondo le diverſe circoſtanze, ora comunicano i fiumi, per li pori della terra, una porzione dell'acque proprie alle parti vicine, ora da queſte per la medeſima ſtrada, ricevono qualche picciolo tributo, vedendoſi molte volte uſcire dalle ſponde de' fiumi minutiſſimi zampilli di acqua, e ciò ſuccede ne' caſi, che la ſuperficie de' fiumi ſia più baſſa notabilmente, che il piano del terreno contiguo, e che queſto ſia ben pregno d' umore ſomminiſtrato o dalle piogge, o d'altronde. Nè v' ha dubbio, che il fondo de' fiumi, ſe è di ſoſtanza penetrabile dall'acqua, ſecondo la diverſa altezza del di lei corpo, che ſoſtiene, non ne riceva in qualche abbondanza, e che la traſmetta appoco appoco, lungo l'andamento del fiume medeſimo al mare; poichè egli è certo, che ne' fiumi temporanei, i quali l'eſtate laſciano vedere il loro fondo aſciutto, ogni poco di foſſa, che ſi ſcavi, diventa una ſorgente; e ſcavandone molte, queſte hanno la loro ſuperficie diſpoſta in una certa pendenza parallela a quella, che gode l'alveo del fiume; ſegno evidente di qualche corſo ſotterraneo. Molto più è manifeſto il corſo de' fiumi ſotterranei, quando in tutto, o in parte, eſſi ſi precipitano nelle voragini, che incontrano, e dopo qualche tratto, di nuovo eſcono alla luce; poichè di queſti egli è certo, che trovano ſotto terra alvei, e laghi, per li quali ſi portano al luogo del nuovo sboccamento. Per fine non ſi può negare, che i fiumi non ricevino anche l'acque delle piogge, che dentro vi cadono; perchè, ſiccome da queſte ſi accreſce l'acqua ne' laghi, ne i ſtagni, e nel mare, così niuna ragione vuole, che le medeſime non ſomminiſtrino anche qualche debole alimento al corſo de' fiumi.

CA-

CAPITOLO III.

Della divisione de' Fiumi, e loro parti, attinenze, e denominazioni.

SIN quì ci siamo serviti del nome di Fiume in generale: ora è necessario di conoscere più distintamente le differenze de' fiumi, le parti, che li compongono, e tutte le cose concernenti ad essi, insieme colle denominazioni proprie di tutti, per non avere obbligo, in avvenire, di servirsi di perifrasi, e per potere in poche parole spiegar ciò, che occorrerà.

Le acque dunque, che corrono per la superficie della terra, esercitano il loro moto dentro una cavità distesa per lunghezza, dal principio superiore del suo corso, sino al fine, e si chiama *Alveo*, *Letto*, o *Canale*. La parte inferiore dell' alveo, cioè quella, ch' è premuta dal peso dell' acqua, si chiama *il Fondo*; e le parti laterali, le quali contengono l' acqua ristretta, e sollevata di superficie, a qualche altezza, si chiamano *Sponde*, o *Ripe*.

Possono essere queste, o naturali, o artificiali: *naturali*, quando non hanno ricevuto il loro essere dall' operazioni degli uomini, ed *artificiali* all' incontro. Le *sponde naturali* sono pure di due sorte, poichè o la natura le ha formate scavando il terreno, come sono quelle de' fiumi, che corrono fra terra, e queste saranno dette da noi *Sponde naturali per escavazione*, ovvero alzando le parti laterali al corso dell' acqua colle deposizioni del limo, e queste le chiameremo *Sponde naturali per alluvione*. Le artificiali possono essere di diversa natura, secondo la qualità dell' artificio, e della materia, ma per lo più si chiamano *Argini*, cioè quando sono formate di terra ammassata insieme, ed elevata a tanta altezza, che basti a sostenere la maggior' escrescenza dell' acque.

La diversa disposizione delle ripe è cagione della loro diversa denominazione; atteso che se la ripa è perpendicolare all' orizzonte, si chiama *Piarda*, che può essere *bassa*, *alta*, o *mezzana*, secondo che il sito perpendicolare si trova all' alto, al mezzo, o al basso della ripa medesima. *Ripa* semplicemente si dice, quando con una mediocre pendenza và a posarsi sul fondo del fiume; ma se questa pendenza s' avanzasse dentro l' alveo del fiume considerabilmente, ed in maniera, che si mettesse insensibilmente sotto l' acqua, spingendo il corso dalla parte opposta, si nomina *Spiaggia*; ed *Alluvione* qualvolta, pure insensibilmente crescendo, arriva a formare nuova sponda al fiume, distinta dalla precedente.

I fiumi, che hanno bisogno d' argini, hanno anche, per lo più, distinte le sponde in più parti, osservandosi, che tra gli argini [che sono l' ultime sponde destinate a contener l' acqua nella sua maggior' altezza] stà disteso un canale, che propriamente si dice *Alveo del Fiume*, colle sue ripe non tanto alte, che nell' escrescenze non siano sormontate. Tutto il terreno, che sta fra detta ripa, e l' argine, si chiama *Golena*, o *Banca*, o *Ghiara*, abbenchè questi due ultimi nomi abbiano anche altra significazione; Dopo questa, immediatamente segue il *Piede dell' argine*, la cui pendenza dalla parte di Golena si chiama *Scarpa interiore*, e quella dalla parte del-

la campagna *Scarpa esteriore;* ſiccome ſi chiama *Piano dell'argine* la parte ſuperiore di eſſo, e *Baſe dell'argine* la ſomma delle due ſcarpe, e del piano, e *Ciglio dell'argine* l'angolo, che forma la ſcarpa dell' argine col piano di eſſo.

Il corſo, che hanno i fiumi per li loro alvei non è in tutti i luoghi uniforme, e ſi oſſerva, che la maggiore velocità cammina regolarmente, a ſeconda della maggior profondità, in maniera, che dove il fondo è più baſſo, ivi maggiore è la velocità; dove più alto, ivi minore: e queſta parte più veloce ſi chiama *Filo*, o *Filone*, e da alcuni *Spirito del fiume*, e da altri *Teſta*, o *Via dell'acqua*, e ſi conoſce dalle materie, che galleggiano ſopra l'acqua, le quali a lungo corſo, ſono portate tutte ad unirſi, dove l' acqua è più veloce. Ne' fiumi, che ſono diſteſi in linea retta, trovaſi il filone nel mezzo, ma in quelli, che deſcrivono linee curve, s' accoſta, ora alla deſtra ripa, ora alla ſiniſtra, ſecondando il giro del fiume, ed è cauſa, che quelle ripe, alle quali eſſo s' accoſta conſiderabilmente, ſi chiamino *Botte*, e queſte ſono nella parte concava della curvità, e quelle di rincontro, dalle quali il filone ſi ſcoſta, ſono dette *Spiagge*, come di ſopra ſi è accennato. Le botte o reſiſtono alla corroſione delle ripe, o nò; ſe reſiſtono non cambiano nome, ma ſe cedono, acquiſtano quello di *Botte corroſe*, o *Corroſioni*, che ſono differenti, ſecondo la diverſa ſituazione, che acquiſta la ripa, denominandoſi *Piarde*, ſecondo la già detta ſignificazione, o *Froldi*, ſe per la corroſione avanzata, ſi tolga la ripa della golena, ſottentrando l'argine a fare l' uficio della ſponda intiera, onde per differenza coſtitutiva di ciò, ch' è ſignificato con queſto nome, baſta, che il piede dell' argine ſia bagnato dal fiume in acqua baſſa: Che ſe poi foſſe anco corroſo, allora chiamerebbeſi *Froldo in corroſione*, o *Argine corroſo*.

Le differenze de' fondi fanno, che queſti ſi chiamano, o vivi, o morti: *Fondo vivo* è quello, che avrebbe il fiume, ſe l' acqua correſſe uniformemente in tutte le ſue parti, e queſto ſi diſporrebbe in uno, o più piani ec. ſecondo le diverſe circoſtanze, come a ſuo luogo ſi dirà. Ma il *Fondo morto* è di due ſorte, cioè, o più baſſo del fondo vivo, e ſi chiama *Gorgo*, ovvero più alto, e ſe è laterale al filone, ſi chiama *Spiagga*, atteſo che queſto nome è comune alle ripe, ed al fondo, come che partecipa, e dell' uno, e dell' altro; ma ſe occupa tutto il fiume da una ripa all' altra ſi nomina *Doſſo*, *o Secca*. Perciò *Morta di fiume* ſi dice quell' alveo, che reſta, quando il fiume ſi muta di letto, o a caſo, o per arte; abbenchè anche l' acqua vi corra, purchè altrove ſia divertito il di lui corſo principale, e *Mortizza*, quando laſcia di corrervi l' acqua in maniera, che il fondo reſti fangoſo, o pantanoſo; ſi chiama anche *Fiume morto* un alveo abbandonato dall' acqua corrente, ſia eſſo ridotto, o no, a coltura, o pure incapace di eſſerlo.

Queſti alvei dunque, che interſecano, e ſolcano la ſuperficie della terra, ſi chiamano col nome generale di *Fiume*, abbenchè queſto, più propriamente, convenga all' acqua, che dentro vi ſcorre: ſono però da notare alcune differenze, che talvolta aggiungono, o mutano le denominazioni, poichè le piccole acque per lo più originate da' fonti, ſi chiamano *Rivi*: L' unione di diverſi rivi ſi dice *Fiumicello*, e l' unione di più fiumicelli diventa *Fiume*. Se l' acqua di queſti è continua, in maniera che mai ſi ſcopra il fondo del tutto, ſi chiama *Fiume perenne;* ma ſe qualche volta accade, che reſti affatto aſciuto ſi nomine *Fiume temporaneo*. Fra' perenni ve ne ſono di quelli, che ſono navigabili, o continuamente, o interpolatamente, o per natura, o per arte. I Latini chiamavano *Amnes* que' fiumi, che ſono navigabili da picciole barche; e *Fluvij*, o *Flumina* quelli, che godono tal larghezza, e

pro-

profondità di acqua da sostentare barche mediocri, e maggiori. Fra fiumi temporanei si contano i *Torrenti*, quelli cioè, che portano le acque sole, che immediatamente ricevono dalle piogge, o dal disfacimento delle nevi: e ad essi si attribuisce principalmente una rapidità, e velocità impetuosa, ed un crescere, e scemare improviso a misura della direzione, ed abbondanza delle piogge medesime.

L'unione di due fiumi si chiama *Confluenza*; e *Fiume tributario* quello, che nell'unirsi perde il suo nome, accomunandosi quello dell'altro, il quale, se sarà navigabile, e porterassi a sboccare nel mare, dirassi *Fiume reale*.

Hanno in oltre i fiumi alcune differenze prese dalla condizione del proprio fondo, e dalla correlazione, che ha questo col piano delle campagne contigue. Se il fondo del fiume, e ghiaioso, o sassoso, si dice *Fiume in ghiaia*; se arenoso, si dice *Fiume in sabbia*; se paludoso, si dice *Fiume paludoso*; se il piano delle campagne è tanto alto, che le piene maggiori del fiume non arrivino a toccarlo, si chiama *Fiume incassato*: se no, e che vi siano argini al fiume per sostenere le piene, si dice *Fiume arginato*, o in tutto, o in parte, e mancandovi gli argini, di modo che le piene si portino ad inondar le campagne, si chiama *Fiume inondante*.

Sbocco, *Bocca*, o *Foce di un fiume* si chiama quel sito aperto, per lo quale esce dall'alveo proprio, sia col mettere le sue acque in altro fiume, o nel mare, o altrove: con li due primi vocaboli però s'intendono, comunemente, le uscite di tutti i fiumi anche tributari; ma il nome di *Foce* più propriamente, secondo alcuni, si dice de' fiumi reali, quando entrano in mare. Se un fiume divide il proprio alveo in due, o più, allora ognuno di essi si dice *Braccio*, o *Ramo*; e se per tal divisione moltiplicata si perda l'alveo, allora ognuno de' detti rami piccioli, che sregolatamente si formano, si chiama *Riazzo*, o *Rivazzo*, o *Rivolo*, secondo ch' egli è maggiore, o minore: E l'angolo fatto da due braccia di fiume sul dividersi, dicesi *Divaricazione*, o *Bivio*.

Isola è il terreno racchiuso fra due braccia del fiume medesimo, le quali dopo tornino ad unirsi in un alveo solo, il piano superiore del quale, se sarà tant'alto, che sopravanzi le piene maggiori, allora si dice propriamente *Isola fluviale*, a differenza delle marittime; ma se non sarà tant'alto, si dice più propriamente *Bonello*, e ciò, particolarmente, s'egli è formato dalle alluvioni del fiume: che se le braccia, o rami del fiume, dopo la divaricazione, non si uniscano più, ma portino le loro foci separatamente al mare, in tal caso il terreno di mezzo si chiama *Polesine*.

Accade sovente, che partendosi l'acqua dalle proprie fonti, non comincia ella a scorrere a stille, ma si raguna in qualche vaso naturale, o artificiale, prima di cominciare il suo corso sensibilmente; e questo vaso si chiama, *Vasca*, o *Cratere*, o *Ricettacolo del fonte*, siccome anco *Capo*, o *Testa d' acqua*.

Colla stessa significazione, possono anco chiamarsi *Crateri di uno*, *o più fonti*, quelle congregazioni di acque, che si chiamano *Laghi*; ma per goder con proprietà di questo nome, v'è necessaria una considerabile estensione, ed una conveniente profondità. Quindi è, che i laghi alle volte sono origine de' fiumi, ed alcune altre, sono figli de' medesimi, qualunque volta, cioè, corre un rivo, o fiumicello, o fiume dentro una cavità cieca, nella quale v'è bisogno, che l'acqua notabilmente si elevi, per poterne uscite. Egli è ben vero, che molte volte s'incontra, che la profondità del lago non serve per solo ricettacolo al fiume entratovi, ma li somministra in oltre nuova acqua per le proprie vene; ed all'incontro, anche qualche volta,

 ne

ne disperde, e consuma, lasciandola uscire dalle rime, o voragini del proprio fondo, e somministrando nuova materia alle fontane, o sorgenti più basse. Quel lago, che si conserva per le proprie sorgenti, e non tramanda fuori di se medesimo le proprie acque, si dice *Lago chiuso*; ma, se ne riceve delle forestiere, e tramanda le proprie, o le ricevute, si dice *Lago aperto*: ed il luogo, per lo quale escono l'acque, chiamasi *Emissario*, e *Incile*; e quelle, per lo quale entrano, si potrebbe dire *Immissario*. Le altre espansioni di acqua sopra la superficie della terra, che non hanno immediata comunicazione col mare, si chiamano *Stagni*, *Paludi*, o *Lagune*. Gli *stagni*, o *paludi* sono acque di poco fondo, e perciò gli stagni l'estate s'asciugano, e sono fatti dalle pioggie: Le *Paludi* non si seccano affatto in tutto il corso dell'anno, e sono conservate dall'inondazioni de' fiumi, o dall'ingresso di qualche fiumicello, o torrente: Le *Lagune* poi sono fatte dall'acque marine separate dal mare, col mezzo degli scanni, o staggi d'arena, col quale hanno solo la comunicazione, o per canali, o per aperture determinate, dalle quali sono ricevute le acque predette nel flusso, e tramandate nel riflusso.

Cadendo l'acqua d'un fiume da qualche luogo alto precipitosamente al basso, in maniera che l'alveo superiore sia considerabilmente più alto, che l'immediatamente inferiore; tale caduta si chiama *Cataratta*, o *Catadupa*, come sono quelle del Nilo, del Reno, e del Danubio ec. e queste sono o naturali, o artificiali; queste ultime si chiamano anche *Chiuse*, *Traverse*, *Pescaie*, o *Sostegni*, e servono per fare alzare l'acqua nella parte superiore del fiume, o per derivarla, o per servirsene ad uso di navigazione, o per far muovere diverse macchine Idrauliche.

Le acque derivate, o cavate da un fiume, o da un lago, scorrendo regolatamente per alveo proprio aperto di sopra, si chiamano *Canali*, *o Acquedotti*; ma più propriamente *Acquedotto*, si dice, quando l'acqua si fa correre chiusa, come dice Frontino -- *aut per cuniculos subterraneos*, *aut opere arcuato*.

Per fine l'unione dell'acque piovane, che scolano dalle pianure ne' fossi, e da questi in piccioli alvei, si chiamano *Condotti*, *Scoli*, *Discursorj*, *o Tratturi*, e sono come piccioli fiumicelli formati nelle pianure, e per lo più manufatti, che vanno a terminare o in fiumi, o in paludi, o nel mare. Ed ultimamente col nome di *Fossa*, *o Cavo* s'intende un'escavazione fatta in lunghezza, che contenga, o sia atta a contener acqua stagnante, o per uso di navigazione, o per difesa di Città, e Fortezze, ec.

CA-

CAPITOLO IV.

Del principio del moto nell' acque correnti, e delle regole di esso più principali.

DOpo di avere, ne' tre supposti Capitoli, dichiarato abbastanza tutto ciò, che si è creduto necessario, tanto per istabilire un sodo fondamento al presente Trattato, quanto per erudire chiunque ha in animo di professare la materia dell' acque; egli è oramai tempo, che insinuandoci più a dentro nella parte dottrinale, ci mettiamo a cercare, quale sia la causa principale del moto nelle acque correnti, o ne' fiumi.

Che *il moto delle acque sia effetto della gravità*, si renderà manifesto a chi semplicemente farà riflessione, che l' acqua, egualmente con gli altri gravi solidi, tende verso un centro, a questi, e ad essa comune; quindi ne nasce, che o consistendo la gravità in una naturale inclinazione, che ha la materia tutta elementare di tenersi strettamente unita al globo terracqueo, o pure dipendendo la medesima da un impeto impresso a tutte le menome particelle materiali, della sostanza eterea; è d' uopo credere, che congenea alla gravità de' solidi, sia anche quella de' fluidi, e che con le medesime regole operi in ispingere al basso, e gli uni, e gli altri.

E' però vero, che le diverse affezioni de' corpi, siccome variano le proprietà di essi, così fanno, che in alcuni casi, *diversamente si esercitino le impressioni ricevute dalla gravità;* onde non è maraviglia, se alcuni hanno creduto, non potersi adattare a' corpi liquidi, le regole dimostrate dal Galileo, circa le cadute de' gravi, vedendo, che queste non riescono sempre così precise, come ne' solidi. Quindi è, che, per poter camminare con piè sicuro, sarà bene, prima di ogn' altra cosa, di considerare tutto quello, in che convengono, e disconvengono le leggi delle cadute de' solidi, e de' fluidi.

E dimostrato dal Galileo, che *un grave, il quale discenda liberamente per una linea perpendicolare verso il centro de' gravi, avrà in ogni punto della linea, che descrive, tali velocità, che tra loro saranno in proporzione subduplicata;* o, che è lo stesso, dimidiata *di quella, che hanno le lunghezze delle discese computate dal principio della caduta*. Per esempio, se il grave A comincierà a discendere dal punto A, e col suo centro descriverà la linea A B; anderassi da A in B, sempre accrescendo la velocità, in maniera che la velocità, ch' egli averà in C, a quella, che averà in B, sarà in proporzione subduplicata delle discese A C, A B; ovvero (che torna il medesimo) le discese A C, A B staranno fra loro in proporzione duplicata delle velocità in C, ed in B, ovvero, come i quadrati delle velocità predette. *Fig. 8.*

Esponendo adunque le velocità in C, ed in B per due linee rette, perpendicolari alla A B, ed allungandole in D, ed E, di maniera, che i loro quadrati abbiano la medesima proporzione, che ha A C, ad A B; saranno i punti E, D in una linea parabolica, il cui vertice sia A, e l' asse A B, essendo una delle principali proprietà di essa linea, che le semiordinate C E,

B D abbiano la proporzione subduplicata, o dimidiata delle saette A C, A B. Quindi è, che, per avere un idea di tutti i gradi di velocità, per li quali passa un grave cadente dall' alto al basso, basta dal principio della caduta descrivere una parabola, che abbia per asse la perpendicolare, ch' egli ha da descrivere; poichè allora le linee tutte tirate da ogni punto di essa perpendicolare, e terminate alla circonferenza parabolica, purchè ad angolo retto colla A B, esprimeranno ciascheduna la velocità, che avrà il grave nel punto, che ad essa appartiene.

Che *se un grave A, in vece di cadere per la perpendicolare A B, sarà obbligato a discendere per lo piano inclinato A G, in ogni punto della sua discesa, come in D, avrà quel grado di velocità, che avrebbe cadendo da A verso B, arrivato che fosse al punto E, cioè a quello, nel quale la linea A B è tagliata dall' orizzontale D E*, e similmente in G avrà quella velocità, che avrebbe cadendo da A in G. Quindi è, che in due maniere si possono esprimere le velocità del grave discendente per lo piano A G; cioè, o descrivendo la parabola B A C circa l' asse A B, o pure l' altra parabola G A I circa l' asse G A; nell' una, e nell' altra delle quali, le semiordinate mostreranno la proporzione delle velocità ne' punti corrispondenti. Fig. 9.

Tutto ciò è vero, ogni volta che il grave discenda, senza che alcuna cosa gli resista; e perciò *le proposizioni predette non possono esattamente verificarsi, che rispetto ad un grave, che cada per un mezzo non resistente*, se pure si ritrovi, ovvero nel voto, se in esso si desse la gravità, e la discesa de' gravi. Ma nelle cadute, che appresso di noi si osservano, come che esse, per lo più, si fanno nell' aria, non può la detta proporzione avere il suo intiero, ma resta qualche poco alterata; attesochè, ostando l' aria [per la sua grossezza, e per la repugnanza, che ha all' essere divisa] al moto de' corpi, assume in se una parte dell' impressione, ed altrettanta ne leva al mobile; e perciò non può la gravità imprimere ne' gravi cadenti, tutto quel grado di velocità, che per altro loro darebbe, levata che fosse la resistenza del mezzo.

Restano dunque *in fatti le velocità qualche poco minori di quelle, che richiede la natura della parabola*, della quale essendo una proprietà, che, dividendosi l' asse in segmenti eguali, e tirandosi per le divisioni, le semiordinate, non siano le differenze di queste, eguali in ogni parte, ma bensì maggiori, quanto più le semiordinate predette sono vicine al vertice della parabola, ed essendo la resistenza dell' aria sempre la medesima, se non maggiore, quanto più violento è il moto, ne segue, che sul principio della caduta, può darsi il caso, che l' effetto della resistenza dell' aria sia insensibile, e per conseguenza rimanga manifestissimo l' acceleramento, anche sensibilmente, nella proporzione accennata, ma che *dopo un certo spazio di discesa* [quando, cioè, la differenza delle velocità sia resa minore] *la resistenza dell' aria cominci ad operare sensibilmente, finchè pareggiando essa la forza accelerante, impedisca, che la velocità più s' accresca; e perciò da lì avanti il moto si renda equabile*.

Per maggiore intelligenza di ciò, suppongasi, che nel progresso della caduta di un grave, la resistenza dell' aria si accresca secondo qualunque data proporzione; di modo che, in vece che le linee esprimenti i gradi della velocità, cadano co' loro estremi nella linea parabolica A H M I, (come porterebbe la natura del moto accelerato) restino accorciate, e terminino alla curva A N O, la quale anderà sempre scostandosi dalla parabolica, secondo la proporzione degli eccessi, o differenza fra le velocità non impedite, e le impedite. Per cagione dunque della discesa, le velo- Fig. 9.

cità

cità sempre si accrescono; e corrispondentemente, a cagione della resistenza dell'aria, sempre si diminuiscono. Ma perchè le differenze delle velocità libere D H, L M, G I, appartenenti a' punti dell'asse D, L, G presi a distanze eguali D L, L G (che deono intendersi infinitamente picciole) sempre sono minori, cioè I O minore di M N; ne segue, che l'augumento della velocità verrà a farsi una volta sì picciolo, che la resistenza dell'aria, resa sempre maggiore, verrà a pareggiarlo; e per conseguenza potrà impedire ogni ulteriore accelerazione. Ciò posto, perchè la resistenza dell'aria non cresce per altra cagione, che per l'accrescimento della velocità nel mobile; non crescendo più questa, nè meno si augumenterà quella; e però, pareggiata l'energia dell'acceleramento, con quella del resistente, continuerassi bensì la discesa, ma col ritenersi il grado di velocità acquistato; e perciò il moto si ridurrà all'equabilità.

Vi è anche un'altra cagione, oltre la predetta, del moto equabile, al quale finalmente si debbono ridurre i gravi cadenti; e si deduce dal considerare, che il Galileo assume per principio della sua dottrina del moto accelerato, che *i gravi cadenti aggiungano a loro medesimi in tempi eguali, gradi di velocità eguali;* ed essendo sentimento assai ragionevole, che gli sforzi della gravità non provengano da una forza intrinseca ad essi; ma bensì da una potenza esterna; acciocchè questa operasse sempre della medesima maniera nel mobile, sarebbe necessario, che essa lo trovasse nel secondo tempo nelle istesse condizioni del primo; di manierachè la potenza motrice avesse sempre la medesima proporzione alla resistenza del mobile in ogni tempo. Ciò però non può essere, se non si suppone la potenza movente infinita, perchè in tal caso, qualunque fosse la velocità del mobile, si dovrebbe esso considerare, come in una perfetta quiete; ma supponendo la forza predetta finita, egli è evidente, che questa, alla resistenza del mobile quieto, avrà una proporzione, che non potrà avere al medesimo, quando esso sarà constituito in qualche grado di velocità; e perciò meno aggiungerà nel secondo tempo, che nel primo; meno nel terzo, che nel secondo ec. e finalmente *non potrà mai imprimere nel mobile, velocità maggiore di quella, che la medesima forza possiede;* dal che ne viene, che *giunto che sarà il mobile a quel grado di velocità, che non può accrescersi, necessariamente sarà ridotto all'equabilità, ancorchè il moto s'intenda libero da ogni resistenza.* Egli è però vero, che la forza producente la gravità, può essere tanto grande, che, non ostante che ella sia finita, abbia sempre sensibilmente la medesima proporzione al grave, o in quiete, o in moto che sia; nel qual caso la dottrina dell'acceleramento de' gravi, non riceverebbe alcuna sensibile alterazione, come in fatti si vede corrispondere assai esattamente all'esperienze, che se ne fanno.

Supposta dunque la stessa dottrina, egli è chiaro, che *se il moto de' gravi potesse farsi nel voto; i corpi più, o meno gravi che fossero, caderebbero colla medesima velocità, e passerebbero per li medesimi gradi di accelerazione;* posciachè essendo la materia di tutti i corpi omogenea, ed essendo la forza, che la spinge al basso, la medesima, di tutta l'altra materia; sarebbero tutte le parti di essa nel principio della caduta affette della medesima potenza; e non potendo nel voto diversificarsi il moto per alcuna resistenza, non vi sarebbe alcuna ragione, per la quale la caduta d'un corpo dovesse farsi d'una maniera diversa da quella di un altro. Ma, comecchè tutti i moti si fanno dentro qualche mezzo fluido, dipendono molto dalla condizione di questo, le affezioni de' moti medesimi.

Concorre perciò al farsi d'una caduta per l'aria, l'eccesso della gravità specifica del mobile sopra quella dell'aria; poichè egli è certo, che il fuoco meno gra-

ve di essa; non discende, ma ascende, e così *il legno galleggia sull' acqua, perchè il di lui peso specifico è minore di quello dell' acqua medesima;* e la ragione si è, che il fluido toglie tanto di peso assoluto al corpo, quant' è il peso, pure assoluto, d' una mole del fluido eguale a quel corpo: e perciò, quando il mobile è, specificamente meno grave del fluido, ha il fluido per discendere al basso più d' energia, che non ha il mobile; e conseguentemente lo sforza ad ascendere, o non gli permette di discendere: e così *quando siono eguali i pesi specifici, non succederà nè ascesa, nè discesa;* ma bensì, facendosi l' equilibrio, consisterà il mobile egualmente in tutti i luoghi del fluido. Ma *quando la gravità specifica del corpo è maggiore di quella del mezzo, allora esso discende, come se fosse un corpo di peso assoluto tanto minore, quanto vale la mole predetta del fluido,* e perciò, comecchè il peso assoluto maggiore, o minore de' corpi, non influisce punto in renderli più, o meno veloci; come si è spiegato di sopra ne nasce, che *ne' gravi cadenti nè meno ha luogo per fare accelerazione diversa il maggiore, o minore peso specifico.*

Ben è vero, *che il maggior peso assoluto de' corpi compone una maggiore potenza di superare le resistenze, che loro s' oppongono,* e la ragione si è, che ricevendo tutti i minimi della materia, eguali le impressioni della gravità; quanto più di numero essi sono (che è lo stesso che dire, quanto maggiore è la loro gravità assoluta) tanto maggiore è il momento, col quale essi spingono i corpi, che incontrano; e conseguentemente tanto più facilmente superano le resistenze: il che ha luogo molto più ne' semplici conati della gravità, che ne' moti accelerati.

Egli è anche vero, che *se la mole de' corpi sarà grande, grande altresì sarà la resistenza, che essi riceveranno dal fluido, dentro il quale si muovono;* e perciò maggiormente resiste l' aria al moto di una sfera, v. gr. di sei libbre, che ad una di tre; ma se si avvertirà, che *i pesi assoluti sono proporzionali alla materia, ed a' corpi, cioè,* intendendoli sotto figure simili, *in proporzione triplicata de' lati omologhi,* e che *le superficie* degl' istessi dalle quali sono regolate le resistenze, *sono tra loro in proporzione solamente duplicata de' lati medesimi;* facilmente si dedurrà, che crescendo le forze di superare le resistenze più di quello, che all' accrescersi della mole, e del peso, s' aumentino le dette resistenze; *se maggiore sarà il peso assoluto del grave, maggiore anche sarà la forza di esso per superare la resistenza dell' aria.* Quindi è, che *i corpi di poco peso, ma di superficie assai grande, cadendo da alto, giungono all' equabilità del moto, molto più presto di quello, che facciano i corpi più gravi compresi da superficie in proporzione minore;* onde non è meraviglia, se una foglia di oro battuto, lasciata cadere dall' alto di una torre, si veda svolazzare per l' aria, e consumare molto tempo prima di arrivare a terra, e più presto giungervi una sferetta della medesima materia, e dello stesso peso; e perciò non a ragione della maggiore, o minore gravità assoluta, o specifica de' corpi; ma solo per l' effetto, che fanno in essi le resistenze maggiori, possono riuscire diversi, ne' gravi cadenti, i gradi delle velocità acquistate.

E perchè il peso assoluto de' corpi gravi posati sopra i piani inclinati non s' esercita tutto nella discesa di essi, ma una parte ne viene levata dalla resistenza obliqua, che loro fa l' inclinazione del piano, di modo che il momento in A G a quello, che avrebbe gravitando per A B, stia come A B ad A G; ne segue, che *posato un grave sopra il piano inclinato A G, non averà tanta forza per superare la resistenza dell' aria, quanta averebbe discendendo per la perpendicolare A B, e perciò tanto più presto arriverà all' equabilità,* e paragonando insieme due piani eguali, e diversamente inclinati, farassi più facilmente, e più presto il moto equabile in quello, che avrà minore l' altezza

Fig 9.

za A B, o, che è lo stesso, in quello, nel quale l'angolo A G B sarà più acuto.

Tanto *più s' impedirà l'accelerazione del moto d' un grave cadente per un piano inclinato, se la di lui superficie, e quella del piano avranno dell' inegualità, e dell' asprezze:* poichè tutti i risalti del piano serviranno per altrettanti ostacoli alla discesa; siccome tutte l' asprezze, colle quali il mobile incontra detti ostacoli, saranno sempre di tanto maggiore impedimento all'accelerazione. Quindi è, che essendo minore il contatto della sfera R col piano A G, di quello sia il contatto del prisma S col piano medesimo; minore ancora sarà l' impedimento al discendere della sfera, che del prisma: e perciò, generalmente, *quanto maggiori saranno gl' impedimenti alla discesa, tanto minore sarà l' ultimo grado di velocità acquistato dal mobile, prima di ridursi al moto equabile*, e tanto più presto questo si otterrà.

Se *un grave, che discenda per un piano A B inclinato, ne incontrerà un altro B C meno inclinato* (parlo teoricamente, e prescindendo dalle resistenze) *acceleratosi per A B, continuerà ad accelerarsi per B C; ma più lentamente, di modo che in tutti i punti D, D abbia la velocità medesima, che avrebbe avuta ne' punti E, E corrispondenti, cadendo perpendicolarmente per A E.* E se *al fine de' piani inclinati, succedesse un piano orizzontale C F, non sarebbe per esso alcuna accelerazione;* ma solo vi conserverebbe il grado acquistato nel punto C, col quale correrebbe equabilmente per lo piano C F. In oltre, *se il mobile*, arrivato che fosse in B, o in C, *trovasse qualche ostacolo, o causa, che rivoltasse la di lui direzione all' insù*, o per la perpendicolare B G, o per l' inclinata B H, *senza levarli alcuna parte della velocità acquistata;* è certo, che *il grado di velocità dovuto al punto B, sarebbe bastante a ricondurlo, o per l' una, o per l' altra strada, fino alla medesima altezza, dalla quale prima partì*, cioè fino all' orizzontale A H, di moto però ritardato [cioè, che procedesse, diminuendosi coll' ordine medesimo, retrogradamente per li gradi dell' accelerazione] finchè, riportato in I, tornasse a quel grado di velocità, che prima aveva in D, o in E, e perciò: siccome in A non aveva il mobile alcuna velocità, così giunto in H, o G fosse tornato alla quiete.

Fig. 10.

Ma *mettendo a conto le resistenze, non è mai possibile, che il mobile ne' punti D, D abbia la stessa velocità, che in E, ma sempre qualche cosa di meno*, e maggiore sarà la differenza ne' punti del piano B C. Quindi è, che *arrivato in B, non sarà bastante il grado acquistato, a riportare il mobile fino all' orizzontale A H;* perchè, oltre la resistenza incontrata nella discesa A B, e dall' aria, e dal piano inclinato, dovrà, per risalire verso l' orizzontale A H, incontrarne altrettanta; e perciò tanto maggiormente diminuire i gradi di velocità, che, prescindendo da quest' ultima resistenza, nè meno sarebbero stati bastanti per arrivare all' orizzontale A H; e quindi è, che, prima di arrivarvi, avrà perduta tutta quella velocità, che aveva acquistata per la discesa A B. Molto maggiore sarebbe la differenza, se l' ostacolo trovato in B, a cagione del quale s' intende fatta la riflessione in B H, avesse levata, come succede, una parte della velocità al mobile, poichè egli è ben evidente, che il grado in B dovuto alla discesa libera A L, impedito che sia dall' accennate resistenze nel discendere per A B, e dalla medesima nell' ascendere per B H, se in oltre sarà scemato in B per l' ostacolo riflettente, di tanto minor forza sarà, e per conseguenza resterà appena atto a ricondurre il mobile alla metà, o alla terza parte dell' altezza B G.

Che se prima di avere compita la sua ascesa per la linea B H, *troverà il grave qualche ostacolo, che l' obblighi a rivoltarsi all' in giù nuovamente*, come per lo piano I K, *con qualche velocità residua di quella, ch' aveva antecedentemente;*

tor-

troverà egli nella discesa per I K, *ad accelerarsi*, come per appunto, se egli avesse scorso il piano I K prolungato all'insù in M, e scendendo da M in I, avesse acquistato in I quel tal grado di velocità, che gli restò nel cominciare a discendere per I K; il che è vero, da qualunque causa dipenda la velocità in I, cioè, o sia acquistata cadendo, o pure impressa da forza esterna; con questa regola però, che se in I sarà un grado di velocità maggiore di quella, che avrebbe il grave, ridotto che fosse al moto equabile scorrendo per lo piano I K, allora il moto in vece di accelerarsi, si ritarderà, fino ad acquistare l'equabilità medesima.

Egli è perciò manifesto, *che se un grave avesse, nel discendere, da scorrere per diversi piani inclinati*, come A B C D E F G H, *per alcuni de' quali avesse il moto discensivo, e per gli altri il moto ascensivo; riuscirebbe bensì difficile*, e forse impossibile (senza una esatta cognizione di quanto possano le resistenze, che s'incontrano ora maggiori, ora minori) *il determinare le velocità del mobile in tutti i punti del di lui viaggio; ma non perciò si concluderebbe con verità, che le leggi del moto de' gravi cadenti, non avessero luogo*, o non si osservassero *nella discesa di quello*.

Fig. 11

Passando da' corpi solidi, a' fluidi, bisogna ridursi alla memoria quanto si è detto nel primo Capitolo, cioè che i corpi solidi hanno le parti tutte collegate insieme; e perciò, abbenchè siano composti di più pezzetti di materia, nulladimeno deono essere considerati, come una cosa sola, *non potendo un solido muoversi di moto semplice, o rettilineo, se tutti i punti*, per così dire, *della mole di esso, non concepiscono un impeto eguale*, che in ognuno d'essi, cagiona altresì eguale, ed uniforme la velocità, altrimenti è necessario, che si spezzino. Quindi è, che gli statici tutti assegnano a' corpi solidi un certo punto, dentro, o fuori della loro mole, che chiamano *Centro di gravità*; (ch'io piuttosto direi *Centro dell' impeto*, perchè in esso s'equilibrano, tanto i momenti della gravità, quanto tutti gli altri delle potenze moventi) dal qual centro viene descritta la linea del moto.

Ma perchè i corpi fluidi sono un ammassamento di particelle solide, minutissime, e non legate insieme; succede, che *ogni parte di essi può muoversi, con direzione, e velocità diversa dall'altre*; e perciò ne' fluidi, niegano gli statici medesimi, trovarsi alcun centro di gravità; non perchè anch' essi non siano gravi, o non siano obbligati a seguire le leggi universali della gravità; ma bensì, a mio credere, perchè, siccome non può assegnarsi un centro solo comune a più solidi staccati uno dall'altro [che però non abbiano alcuna dipendenza, o cospirazione ne' proprj moti] ma bisogna ammetterne tanti, quanti essi sono; così, trattandosi di un fluido [che non è altro, che un'ammassamento di più corpi, ognuno in libertà di moversi da se solo] non si può dare il centro di gravità all' unione, o al numero delle parti; ma bisogna considerarlo in ognuna di esse separatamente; come è manifesto in una massa di miglio, le cui granella non sono obbligate a seguitare il moto l'una dell'altra, nè ad avere alcuna dipendenza dal centro di gravità, che potrebbe assegnarsi alla figura, sotto la quale la predetta massa fosse compresa. Accade però qualche volta, che il moto de' fluidi abbia qualche relazione al centro di gravità della figura, ma ciò è solo per accidente, e quando alcune delle parti del fluido, sono da qualche circostanza sforzate a seguire il moto delle altre.

Dovendo perciò ognuna delle parti d' un fluido considerarsi, come un corpicciuolo solido, e grave; non v'è alcuna ragione, che non persuada, dovere esso discendere al basso colle leggi medesime, che osservano i solidi maggiori, e perciò, per quanto è in lui, accelerandosi di moto, secon-

do

do la proporzione delle femiordinate alla parabola, il che fi dee intendere non folo nelle difcefe perpendicolari, ma ancora in quelle fatte per li piani inclinati.

Ho detto *per quanto è in lui;* attefochè la refiftenza dell' aria, non v' ha dubbio, opera molto ad impedire l'acceleramento, sì per la fua naturale adefione, o vifcofità, sì per la picciolezza del corpicciuolo predetto, che perciò da fe folo, non potrebbe nè meno difcendere per l'aria; ma vi refterebbe fofpefo, nella medefima maniera, che fanno i vapori, fe colla compagnia di altri fimili, i quali fuccedendo l'uno all'altro, s' aiutano vicendevolmente, non reftaffe finalmente fuperato l' oftacolo dell' aria predetta. Che dall'unione di più corpicciuoli d'acqua ciò fucceda, è neceffario per due ragioni: primieramente, perchè 'l corpo, che rifulta da' componenti dell' acqua, cioè l' acqua medefima, è più grave in fpecie dell'aria, e perciò è atta a fuperare la di lei refiftenza: e fecondariamente, perchè unendofi infieme più particelle d'acqua, viene il compofto a crefcere di pefo affoluto, più di quello s'accrefca la di lui fuperficie; e confeguentemente viene a fcemarfi in proporzione la refiftenza; quindi è, che fucceffivamente accrefciuta la potenza operante, e fcemata maggiormente in proporzione la refiftente, è neceffario, che finalmente la prima fuperi la feconda, e perciò, che l'acqua difcenda per l'aria.

Quefti effetti della feparazione, ed unione delle particelle dell' acqua, fono da noi quotidianamente offervati nell' afcendere, che fanno i vapori, e nel cadere delle piogge, pofciachè, non effendo altro il vapore femplice, che acqua rarefatta, o più propriamente, che particelle d'acqua minime, e difunite, è facile, che ogni moto dell'aria le porti alla parte fuperiore, dalla quale non potendo partirfi, per lo poco pefo, e gran fuperficie, cioè per la gran refiftenza, che trovano, ftanno, come notando, dentro l' aria medefima, ed obbedifcano, al pari delle di lei parti, agl' ifteffi moti, da' quali ella viene agitata. Ma perchè le agitazioni dell'aria fi fanno, non folo per linea retta, fecondo la direzione de' venti; ma anche a moto di fermentazione, come vediamo nelle particelle polverofe dell' aria medefima, che s'incontrano in uno fpiraglio di fole; fuccede, che a cagione del moto, direzione, e contrafto de' venti, delle materie minerali, ch' effi portano, e della conftituzione calda, o fredda dell'aria: vengano ad unirfi infieme le particelle acquee, le quali ridotte in gocciole, o fenfibili, o infenfibili, fuperano la refiftenza dell'aria, e cafcano al baffo, in forma, o di rugiada, o di pioggia. Non v' ha dubbio, che quanto maggiori fono le gocce della pioggia, non cadano effe anche con maggiore velocità, il che, ficcome è facile da offervarfi, così non è punto difficile di renderne la ragione, per le cofe dette di fopra; poichè, quanto maggiore è di pefo affoluto il corpo cadente, tanto più tardi fi riduce all'equabilità del moto; e perciò accelerandofi il medefimo maggiormente in tempo più lungo, ne fegue, che dopo acquiftato il moto, confervi in fe un grado di velocità maggiore: ed effendo probabile, che, per lo più, la velocità della pioggia fia equabile, allor ch'è vicina a terra; perciò, o paragonando le gocce cadute da eguale altezza, o pure l'una all'altra, ridotte, che fiano a velocità equabile, il grado di quefta farà più grande nella goccia maggiore, che nella minore. Se però la goccia grande veniffe da poca altezza, e la goccia picciola da altezza maggiore, può darfi il cafo, che quefta foffe più veloce dell'altra, ficcome in quefto particolare ha molto luogo l' azione del vento, che alle volte accrefce, alle volte fminuifce la velocità della pioggia.

Sic-

Siccome un grado di polvere posato sopra di un piano, quantunque molto inclinato, e ben terso, non esercita sopra di esso alcun moto, abbenchè sia un corpo solido; così *una goccia picciola di acqua posta in un simile piano, non potrà discendere al basso*; ma siccome da più grani di polvere si può comporre un cumulo maggiore, e più grave, che non possa di meno che muoversi, posto che sia sopra del piano medesimo; così *accrescendosi la quantità dell' acqua, sarà necessario, ch' anch' essa discenda*. Ben è vero, che *potrà un impedimento fare, che il grave solido s' arresti intieramente, e non potrà facilmente fermare il fluido*. Per esempio, se sopra del piano A E poserà la sfera D B C, la quale incontri l' ostacolo F C, che sia almeno tale, che tra il punto del contatto D, ed il punto C sommo dell' ostacolo, stia di mezzo la linea di direzione I H; o almeno non sia dalla parte inferiore del punto C, allora la sfera D B C non si muoverà punto: e la ragione si è, che non può la sfera muoversi al basso, se il centro di gravità I non discende, il che non è possibile, se la sfera D B C non sormonta l' impedimento; nel qual caso, dovrebbe il centro I descrivere la circonferenza di un circolo circa il punto C, e trovandosi I H tra' punti D, C, alzarsi: il che è impossibile, succeda per la sola forza della gravità. Ma, se la sfera D B C, che, nel caso predetto, può intendersi di ghiaccio, s' intenderà tutta ad un tratto squagliarsi in acqua, cioè a dire, trasmutarsi dall' essere d' un corpo solido, a quello di un fluido, non potrà l' ostacolo F C impedire, che l' acqua non discenda, almeno in parte. Ciò farassi, perchè, levato che sia nello squagliamento il legame, che avevano le parti del solido insieme, potranno discendere quelle, che attualmente non saranno impedite, per appunto come farebbesi, se la sfera si supponesse composta di grani d' arena, o di miglio prima collegati insieme da qualche corpo viscido, e poscia disuniti, per lo rimovimento dello stesso; e questa è la prima delle diversità, che s' incontrano nella discesa de' corpi solidi, paragonata a quella de' fluidi; se pure si può chiamare diversità quella, che nasce dall' errore commesso in volere considerare il moto di più solidi disuniti, come se fosse fatto in un solo.

Fig. 12.

Per altro *non v' ha dubbio, che anche i minimi dell' acqua non s' accelerino più cadendo per la perpendicolare, che scorrendo per un piano inclinato, almeno sul principio della discesa*, per la ragione medesima, che si è detta de' corpi solidi, massime osservandosi, che le cadenti perpendicolari molto più si assottigliano, che le inclinate. Ma devesi avvertire, che cadendo l' acqua perpendicolarmente, riceve molte impressioni dall' aria, dalle quali sono esenti i corpi solidi, posciachè, [1] *le cadenti perpendicolari* (così sono chiamate le figure alle quali s' accomoda l' acqua nel cadere a perpendicolo) *almeno sul principio si assottigliano*, il che procede anco dalla pressione dell' aria, che lateralmente spinge le parti dell' acqua, verso l' asse della cadente medesima; [2] *Dopo qualche spazio della caduta, avendo l' acqua acquistata velocità considerabile, vengono le di lei parti divise l' una dall' altra, dall' aria inferiore*, che resistendo al moto, s' insinua tra esse, e dispergendole, *fa apparire, che in vece di maggiormente ristringersi*, come esigerebbe la natura del moto accelerato, *piuttosto s' allarghino*; e questa dispersione di particelle d' acqua [talvolta, ed in certe circostanze] così vassi moltiplicando, che in vece, che la cadente conservi la sua figura, si trasmuta in una rugiada, o pioggia di minutissime gocce.

Ma *ne' piani inclinati* la cosa cammina d' altra maniera; poichè *l' acqua, che per essi scorre in qualche altezza di corpo, si va bene assottigliando nella medesima proporzione, che richiede la velocità dell' accelerazione, come nelle cadenti; ma non*

mai

mai, o rare volte, ed in pochissima quantità, si disperge in goccie, sì perchè è ella obbligata a stare ristretta fra le sponde, e tenersi unita al fondo, e per conseguenza non è esposta all'azione dell'aria; sì anche perchè a causa dell' inclinazione del piano, non arriva ella mai a tanta velocità, che la poca aria, la quale nel principio del corso le osta, abbia forza di dividere il di lei corpo in più parti, e ciò molto meno, dopo formatasi la superficie superiore dell'acqua corrente; mentre piuttosto l'aria, che sopra vi preme, coopera, insieme colla gravità dell'acqua, a tenerla unita in se stessa; onde volendo pure considerare l'acqua, come un solo corpo, possiamo addurre per seconda diversità, *il ristringersi, che fa ella in se medesima, a misura della velocità, che per la caduta, o per la discesa va acquistando; al contrario de' solidi, che per tutta la caduta, conservano sempre la stessa mole.*

Si considera bensì da' fisici nell'acqua, per essere fluida, uno slegamento di parti; ma non tale, ch'ogni di lei minima particella, possa staccarsi, senza veruna resistenza, dall'altra, che anzi è manifesto, trovarsi tra le di lei parti un tal qual vincolo. che è quello, che tiene unite insieme le gocce dell' acqua; e fa colmeggiarle in forma di mezze sfere, quando esse posano sopra di qualche superficie. Il medesimo vincolo, o attaccamento, fa, che *alle volte non si possa muovere una parte d' acqua, senza che con essa siano tirate in consenso le vicine, e per lo contrario, impedita nel suo moto una parte di acqua, resta anche ritardata quella, che immediatamente le è contigua.* Quindi è che *se l'acqua fosse un perfettissimo fluido*; cioè a dire, se le di lei parti fossero affatto staccate l'una dall'altra, come è d'uopo considerarla, quando si parla in astratto, per dar luogo alle dimostrazioni: *scorrendo essa per un piano, o fondo, quanto si voglia disequale, e scabro, potrebbero bene essere impedite quelle di lei parti, che a dirittura incontrassero gli ostacoli; ma non già le altre*, le quali dovrebbero seguitare, o nella sua accelerazione, o nel grado di essa, acquistato nell'arrivare al moto equabile; ma considerando l' acqua nel concreto della sua viscosità; ne segue, che non solo sono ritardate le parti di essa vicine al fondo, o alle sponde, o in una parola, vicine agl' impedimenti; ma anche quelle, che restano più lontane da essi: e perciò, siccome ne' solidi, che hanno le parti perfettamente unite, il ritardamento di una, porta seco il ritardamento di tutte le altre, così ne' fluidi, che hanno le parti disunite, ma non perfettamente, l' impedimento del moto d' una di esse, influisce a rendere minore la velocità delle vicine, ma non egualmente; di maniera che *maggiore è la perdita delle parti più prossime all' impedite, minore nelle più lontane*, sino a rendersi insensibile, e ridursi a niente. E però, anche in questo, s'accordano le leggi del moto de' solidi con quelle de' fluidi, e dell'acqua, cioè che quanto maggiori saranno gl' impedimenti del piano declive, tanto minore sarà il grado di velocità, acquistato prima di ridursi al moto equabile; ma discordano in ciò, che *gl' impedimenti del piano declive, quanto ritardano una parte del solido, altrettanto ritardano il tutto; ma ne' fluidi più levano alle parti vicine all' impedimento; meno alle più lontane.* E questa è la terza differenza, che s'osserva nel moto de' fluidi, paragonato a quello de' solidi,

Non operando adunque le resistenze del piano, tanto in ritardare il moto del fluido; ne nasce, che rivoltandosi la direzione di esso ad altra parte, (siasi o discendente, o orizzontale, o ascendente) *avrà esso, nel punto del rivolgersi maggiore velocità di quella, che avrebbe un corpo solido in pari circostanze*; e perciò avrà maggior forza, per risalire all'orizzontale del principio della caduta. E quì è da avvertire un grandissimo vantaggio, che, per ben osservare le leggi de' gravi cadenti, riceve l' acqua dalla sua fluidità, o per

o per dir meglio, che ritrae una particella d'acqua dall'altre, che le ſtanno attorno.

Fig.13. Intendaſi per lo piano A B diſpoſta una ſerie di sferette A B, e ſopra di eſſa un altra C D, e ſopra queſta, la terza ſerie E F ec. e ſi concepiſca, che tutte queſte ſi muovano ſopra del piano A B, in maniera che l'ultima parte di B ſia ſtata la prima a muoverſi, e dopo d'eſſa immediatamente la penultima. Creſcendo adunque ne' gravi cadenti gli ſpazj ſcorſi, ſecondo l'ordine de' numeri diſpari dall'unità; è neceſſario, che la sfera prima partita dalla quiete, s'allontani ſempre più dalla ſeconda; poichè, ſupponiamo, che nello ſpazio di tempo, il più picciolo, che ſi poſſa concepire, la prima sfera abbia fatto uno ſpazio, che chiameremo X; nel ſecondo farà 3 X, nel terzo 5 X ec. e dovendo la ſeconda sfera nel ſuo primo tempo, fare eguale ſpazio, che la prima; ſarà il di lei primo viaggio X, ed il ſecondo 3 X, fatto nel terzo tempo della prima sfera, nel quale avrà corſo lo ſpazio 5 X; e perciò nel fine del ſecondo tempo, eſſendoſi ſcoſtata la prima sfera dal ſuo principio 4 X, nel tempo, che la ſeconda non ſi è ſcoſtata, che X, la differenza dello ſpazio, o la diſtanza delle sfere ſarà di 3 X; ma nel tempo ſuſſeguente, eſſendoſi ſcoſtata la prima sfera dal ſuo principio 9 X, e la ſeconda ſolamente 4 X, viene la diſtanza delle sfere ad eſſere 5 X, e perciò maggiore della prima ec. Quindi è, che negli ſpazj fra una sfera, e l'altra della ſerie inferiore A B, è neceſſario, che a cagione del proprio peſo, e del mancar loro il ſoſtegno inferiore A B, ſuccedano le sfere della ſerie immediatamente ſuperiore C D, e ne' luoghi di queſte, le sferette della ſerie E F.

Da ciò rendeſi evidente la ragione, per la quale *i fluidi, durante il tempo della loro accelerazione, ſempre ſi aſsottigliano, e ſi abbaſſano di ſuperficie;* nè è da dubitare, che le sfere della ſerie ſuperiore, cadendo nell'inferiore, non abbiano nel punto di eſſa, giuſtamente quella medeſima velocità, ch'avrebbero, ſe dal principio del piano foſſero venute fino a quel punto; ſe ſi farà rifleſſione a ciò, che abbiamo detto di ſopra. Ma ſe le sfere della ſerie inferiore A B, ſaranno portate di moto equabile, quelle della ſuperiore C D non diſcenderanno ec. e la ſuperficie dell' acqua non ſi abbaſſerà. E ſe, per lo contrario, la sfera antecedente della ſerie inferiore, ſi troverà ritardata da qualche impedimento, e ſuccederà la ſuſſeguente, non ritardata; converrà, che o l'una, o l'altra ſia ſpinta nella ſerie ſuperiore e conſeguentemente che la ſuperficie dell'acqua, ſi elevi.

Nel moto di un corpo ſolido, egli è ben evidente, che *il di lui ritardamento non può eſſere riparato da cagione veruna, ſalvo che da nuova diſceſa;* ma nel moto fatto da più ſolidi, de' quali uno ſta, e s' appoggia ſopra di un altro, (che è l'isteſſo, che dire, nel moto de' fluidi) ſe la figura di eſſi vi concorra, *la preſſione del ſuperiore può reſtituire immediatamente all' inferiore tutta, o parte di quella velocità, che gl' è ſtata tolta dall' impedimento;* o piuttoſto far sì, che queſto non produca in eſſo quell' effetto, che per altro vi ſarebbe ſucceduto; con queſta regola però, chè *la forza della preſſione non può operare effetto veruno, ſe eſſa non ſia valevole a produrre*, ſecondo il modo ſpiegato nel primo Capitolo, *un grado di velocità maggiore di quello, che reſta al mobile dopo l'azione dell' impedimento*, come pure è ſtato da noi dimoſtrato *alla Prop. I. del Lib. 4. della Miſura dell' Acque Correnti*, e come ho avuto l'onore di far vedere in eſperienza a diverſi perſonaggi qualificati, e fra queſti, agli Eminentiſſimi d' Adda, e Barberini, nel tempo, che ſi trovavano quì in Bologna per lo regolamento dell' Acque de' Fiumi di Bologna, Ferrara, e Romagna. La ragione poſitiva di queſta regola ſi è, che un agente

te non può agire in un mobile, se il movente non è mosso, o almeno in conato a muoversi, e che il mobile non può essere mosso dal movente, se o in se, o almeno paragonato al moto del movente, non è constituito in istato di quiete; condizione, che non può verificarsi, quando il mobile è affetto di velocità maggiore di quella, che abbia, o possa produrre il movente: poichè allora solo, il mobile, anche mosso a ragione di quiescente, quando egli aspetta di ricevere, e non fugge l' azione del movente; e perciò non aspettando il corpo più veloce, anzi fuggendo l' azione del meno veloce, non può, nè essere considerato in istato alcuno di quiete, nè ricevere l'azione medesima.

Essendo dunque ritardata una, o più delle sferette della serie inferiore A B, o pure *essendo ritardato il moto del fluido; converrà, ch' esso si elevi di superficie*, e che la sferetta ritardata, v.gr B, la quale aveva sopra di se, nel principio, solamente due serie di simili sferette, per lo ritardamento seguito, ne abbia quattro, o cinque, o più; e conseguentemente, che *crescendo la pressione delle superiori*, sopra la ritardata B, *venga successivamente a proporzionarsi l' azione della pressione al grado di velocità* residuo nella sfera B, e potendo, secondo la regola predetta, concorrere ad aiutarla, con imprimerle nuovo sforzo, atto a superare l' impedimento, o a risentire la di lui azione, meno di quello, che sarebbe un corpo solido: quindi ne nasce, che essendo considerabili gl' impedimenti, anderanno tanto crescendo in altezza le serie delle sferette, che potranno, occorrendo, arrivare fino al livello del principio del piano declive, ed allora sarà constituita la sferetta B in uno strato, che potrà ricevere il grado di velocità dovuto alla discesa A B, ovvero A O, quando nessuna altra cosa le avesse resistito; il qual grado perciò sarà atto a cagionare il risalto dell' acqua fino all' orizzontale A G, e solo tanto minore, quanto può detrarre la resistenza, che fa l'aria alla salita B G; e sù questo fondamento s' appoggia l' assioma degl' Idrostatici, che *l' acqua tanto riascende, quanto è discesa*; cioè, fino ad equilibrarsi all'orizzontale medesima. Io ho nominata più volte la pressione, non come la cagione della velocità, che come si è detto nel primo Capitolo, d' altronde si dee desumere; ma solo, come causa del muoversi, e del superarsi più facilmente le resistenze per l' augumento del peso assoluto, che maggiormente opera contro di esse.

Fig. 11.

In questa quarta notabile *diversità*, che hanno *i fluidi* da' solidi, *si rendono essi molto più obbedienti alle leggi de' gravi cadenti*: poichè può bene darsi il caso, che un solido, dopo la discesa per A B, dovendo risalire per lo piano B C, non vaglia a superare la di lui acclività, ma questa impotenza non può succedere al fluido, il quale, *quando sia in copia bastevole*, purchè il punto C sia più basso di A, *assolutamente lo trapasserà, e discenderà fino in H*, posta anche qualsisia resistenza, purchè non totale, al di lui moto. La medesima obbedienza si riscontra ne' fluidi *in discendere per qualsisia piano* (quanto si voglia poco inclinato, e pieno di molti impedimenti) ed *in accelerarsi a proporzione per essi*, a differenza de' solidi, che, per picciole che siano le resistenze, in poca inclinazione di piano, possono non muoversi di sorte alcuna: anzi *sopra de' piani orizzontali, ne' quali assolutamente è negato qualunque moto a' corpi solidi, possono scorrere i fluidi*, sottentrando al difetto dell'inclinazione, il peso, e la pressione del proprio corpo.

Da tutte le antecedenti considerazioni, evidentemente apparisce, che *le leggi de' gravi s' esercitano egualmente, e ne' corpi solidi, e ne' fluidi*, e che, trattandosi della discesa semplice d'un solido solo, si possono ben riscontra-

tra-

trare nel di lui moto più facilmente le leggi predette; che in un fluido, il quale è l'aggregato di molti solidi; ma in questo, facendosi operare la pressione, si ha il vantaggio della minore resistenza fatta dagl' impedimenti; e perciò in tal caso si ritrovano più sinceramente, ed esattamente eseguite le regole dimostrate dal Galileo attorno la caduta de' gravi. Siccome, dunque, non v'ha dubbio, che la gravità non sia la causa del moto nelle acque correnti; così non si ha da dubitare, che la fluidità non sia una causa coadiuvante del medesimo.

Quanto poi alle regole, che s'osservano dalle acque de' fiumi nel loro corso, egli è certissimo doversi esse desumere dalle predette due cagioni; e perciò applicando la dottrina poco di sopra addotta, al moto de' fiumi, pare, che resti evidente, che --

Regola I.

L'acqua passando dalla quiete al moto, o nell' uscire dalle vasche dalle proprie fonti, o nello squagliamento delle nevi, o in altra maniera, acquista nella discesa per gli alvei de' fiumi, che sono altrettanti piani, per lo più inclinati all' orizzonte, qualche grado di velocità, ma questa ben presto si riduce all' equabilità per le grandi resistenze, che incontra l'acqua al suo moto, come sono la poca declività degli alvei medesimi, le grandi inegualità de' fondi, bene spesso pieni di sassi, o ghiaie, gli ostacoli lateralmente esistenti nelle ripe, le tortuosità de' fiumi ec. impedimenti tutti, che pongono un ostacolo considerabilissimo al corso dell' acqua, atto a distruggere, presso che del tutto, ogni velocità antecedentemente acquistata.

Regola II.

Ridotto che sia il corso dell' acqua all' equabilità, le dee però restare impressa quella velocità, che ha acquistato antecedentemente nello scorrere per lo suo piano, e questa è regolarmente maggiore, quanto maggiore è la declività del suo letto; poichè, avendo maggior forza di superare gl' impedimenti, l'acqua, che scorre per un alveo più inclinato, che non ha quella, la quale corre per un meno inclinato, viene ad avere maggior proporzione la forza al suo resistente nel primo caso, che nel secondo; e dovendo, per ridursi all' equabilità, essere eguale l'augumento della velocità, che succederebbe, all' impedimento del resistente; ne nasce in conseguenza, che più tardi si faccia tale uguaglianza, o che maggiori si aggiungano i gradi della velocità all' acqua, quanto maggiore è la declività. E questa è la ragione, per la quale i torrenti, che scendono dalle montagne con precipitose cadute, superano facilmente gli ostacoli ordinarj, che loro si oppongono per freno del corso.

Regola III.

Dalla medesima ragione facilmente si può dedurre, *che la velocità d' un fiume allora sarà maggiore, quando più grande sarà il corpo d' acqua, che porterà;* posciachè, (supposto il medesimo pendio, e le medesime resistenze) avrà più forza di superar queste, la copia più grande dell' acqua, come più gra-

ve, che la minore; e perciò i fiumi nelle loro piene, corrono con maggiore velocità, che ne' tempi, ne' quali sono più magri d'acqua: il che è vero ancora per un altra ragione, cioè, perchè l'acqua più alta, e per conseguenza maggiormente lontana dal fondo, più si scosta dalle resistenze di esso. Bisogna però avvertire di non lasciarsi ingannare dall' apparenza, che ordinariamente lusinga gli uomini a giudicare della portata dell' acqua d'un fiume, dalla grandezza della sezione di esso, senza considerazione della velocità; poichè può darsi il caso, che l'altezza maggiore dell' acqua dipenda dal ritardamento della velocità, non dall' accrescimento di acqua nel fiume; e che in vece, che dall' altezza maggiore si possa arguire maggior velocità, piuttosto si riscontri minore; ma ciò non succederà ne' nostri supposti.

Regola IV.

Ne' fiumi, ne' quali la maggiore altezza viva dell' acqua aiuta le parti impedite di essa, a non cedere tanto alla forza degli ostacoli, quanto minore sarà la larghezza dell' alveo, tanto maggiore sarà la velocità. La ragione è manifesta; perchè negl' alvei più ristretti, il medesimo corpo d'acqua corrente, più si eleva di superficie; ma, per lo supposto, maggiore altezza d' acqua, maggiormente aiuta a superare gl' impedimenti, e quanto più facilmente si superano gl' impedimenti, tanto maggiore riesce la velocità: adunque negli alvei più ristretti ec. maggiore si farà la velocità; e per conseguenza più tardi si arriverà al moto equabile, e più gradi di velocità si avranno in esso. Vero è, che le sponde più ristrette, accostandosi più a tutte le parti dell' acqua, fanno, che gl' impedimenti laterali altresì più operino; ma ciò non ostante, se non s'arrivi all' eccesso, più potrà sempre l' accrescimento della velocità acquistata per l' altezza, che il ritardamento fatto dalle sponde.

Regola V.

Ma que' fiumi, ne' quali l' altezza del corpo d' acqua non accresce la velocità, e che vanno tuttavia accelerandosi, quanto maggiore avranno la larghezza, tanto più veloci saranno. La ragione si è, perchè, in maggiore larghezza, più abbassandosi la superficie dell' acqua, viene ogni parte di essa ad aver fatta maggiore discesa; e perciò ad aver acquistati più gradi di celerità. Dee però avvertirsi, che l' abbassamento dell' acqua non sia tanto grande, che avvicinandosi di soverchio al fondo, non risenta maggiormente gl' impedimenti del medesimo; altrimenti succederà tutto il contrario: e perciò la proposizione si dee intendere in termini abili.

Regola VI.

Se la velocità d' un fiume, dopo una conveniente discesa, sia resa equabile, e dopo ritrovi tali impedimenti, che bastino a distruggere una parte di essa; in tal caso bisognerà, ch' ella si diminuisca, e ne seguano nel fiume quegli effetti di alzamento, che debbono succedere al rallentarsi del moto; ma cessati, o oltre passati gl' impedimenti, tornerà l' acqua a riassumere i perduti gradi di velocità, fino a riacquistare quello, che è dovuto al pendio del letto, al corpo di acqua, ed alla qualità

degl' impedimenti, che sono continui per tutto l' alveo. Quindi è, che trovando, per l' ordinario, *l' acqua corrente* nel suo flusso nuovi ostacoli, e non essendo questi, per lo più, continuati, *non si trova quasi mai, in essa una perfetta equabilità di moto, se non quando questa deriva solamente dagli sfregamenti col fondo, e colle ripe*, che sono resistenze necessarie, e continuate per tutto il tratto dell' alveo. Da ciò anche deriva, che *i fiumi, che corrono in ghiaia, non ostante, che abbiano l' alveo inclinato considerabilmente, sono sempre in un continuo acceleramento, e ritardamento*; ed al contrario, *quelli, che corrono in sabbia godono una maggiore uniformità di moto*.

Tra gl' impedimenti, che si frappongono al corso dell' acqua, uno de' più considerabili, è la perdita, o la diminuzione della pendenza, alla quale succede il ritardamento della velocità dell' acqua, la quale, quando prima sia stata equabile, non mai potrà riacquistarsi, se non torni in essere il primiero pendio, o non si diminuiscano a proporzione le resistenze. *Che se il corso dell' acqua non sia intieramente ridotto all' equabilità; lo scemarsi del declivio farà* almeno, *che la velocità più presto s' eguagli*, e potrà anche far sì, che il grado di velocità acquistato si scemi, secondo la differenza, che sarà fra il pendio antecedente, e il susseguente.

Se l' acque fossero corpi solidi, non dovrebbe cercarsi la velocità del loro moto, che nell' accennata inclinazione dell' alveo; ma per l' altra parte, la declività, che ordinariamente si trova nel letto de' fiumi, anzi quella, che si riscontra ne' torrenti più rapidi, non sarebbe bastante, per ragione dell' ineguaglità de' fondi, a permettere, che l' acque potessero discendere al basso, come non lo permette a' corpi solidi di maggior peso, e specifico, ed assoluto; ed in fatti, gelata che sia l' acqua de' fiumi, cessano essi dal correre. Noi abbiamo, perciò, detto di sopra, che, acciò le acque possano scorrere per li loro alvei, si richiede l' aiuto della fluidità, per causa della quale può impedirsi, o ritardarsi una parte di esse, senza che questo ritardamento tiri seco egualmente quello di tutte le altre. La fluidità, perciò, opera molto in permettere, che la gravità cagioni velocità nell' acqua corrente, perchè, essendo certo, per la stessa ragione della fluidità, che trovandosi l' acqua in qualche altezza di corpo, le parti superiori premono le inferiori, e colla forza della caduta, le obbligano a ricevere uno sforzo di muoversi verso qualsivoglia differenza di luogo, che, ridotto all' atto, produce nelle parti, che ne sono dotate, quel preciso grado di velocità, che loro averebbe data la discesa dalla superficie dell' acqua fino al luogo, nel quale ciascheduna di esse si trova: bisogna confessare, che *la velocità dell' acqua non solo dipende dalla discesa fatta per un alveo declive: ma ancora dal peso, o pressione esercitata dalle parti superiori sopra le inferiori*, secondo la regola assegnata di sopra.

Regola VII.

Quindi è, che *ne' fiumi, presso le loro origini, dove regolarmente hanno cadute considerabili, la velocità dell' acqua si desume più dall' accelerazione, che dall' altezza del corpo dell' acqua medesima*, ma nello scostarsi, che fanno, dal loro principio (resa insensibile, e talvolta levata affatto la declività dell' alveo) ne segue, che contrastando sempre gl' impedimenti alla velocità del fiume, finalmente si distrugga ogni grado di velocità acquistata per la caduta; ma non perciò si tolga il corso al fiume, sottentrando l' altezza dell' acqua a produrne quella velocità, che è necessaria allo scarico dell' acqua somministra-

ſtrata dalla parte ſuperiore dell' aveo: perciò *i fiumi di poca declività, ſono più veloci di corſo, quanto maggiore è l' altezza viva dell' acqua, che portano.*

Dipendendo dunque il corſo de' fiumi, e dalla caduta, e dall'altezza del corpo dell' acqua, e non riconoſcendo mai una parte di acqua, la ſua velocità, che da un ſolo principio; *può darſi il caſo, che*, trattandoſi di tutta quella quantità di acqua, che paſſa nel medeſimo tempo per una data ſezione di fiume, *una parte*, per eſempio, l' inferiore, *abbia la velocità regolata dall' altezza viva dell' acqua; e l' altra parte*, v. gr. la ſuperiore, *dalla diſceſa: trovandoſene anche qualch' altra, nella quale ſi pareggino l' efficienze delle due cauſe*, di maniera che tutte le parti d' acqua inferiori ad eſſa, ſiano veloci per l'altezza dell'acqua, e tutte le ſuperiori per la caduta.

Sia per eſempio, il lago, o fonte A B C E, dal quale eſca l' acqua, che debba ſcorrere per lo canale conneſſo, ed inclinato B K, e l' acqua nella prima ſezione abbia l'altezza B A, e ſia la linea E S l' orizzontale per la ſuperficie dell'acqua del lago: certa coſa è, che eſſendo l' acqua in B nel primo punto della pendenza B K, non può avere altra velocità, che la dovuta all'altezza, che ha la ſuperficie del lago, ſopra il fondo B del emiſſario, e perciò il punto B avrà la velocità, ch' è dovuta all'altezza B R, o alla diſceſa E B, e la ſuperficie dell' acqua nella prima ſezione in A, avrà quella velocità, che è propria della diſceſa E A, o dell'altezza S A; continuandoſi poſcia il moto per lo canale B K, ed accelerandoſi continuamente tutte le parti dell' acqua, ſi diſporrà la ſuperficie di queſta in una linea curva A L I, che anderà ſempre accoſtandoſi al fondo B K a miſura dell' accreſcimento, che avviene alla velocità. Tirata perciò per lo punto E, la E O perpendicolare all' orizzonte, circa di eſſa, come aſſe, ſi deſcriva la linea curva E B D F P, che, aſtraendo da tutti gl' impedimenti, dovrebbe eſſere parabolica. E ſuppoſto, che l' acqua del fondo, giunta che ſia in G, incontri tali impedimenti, che poſſano ridurla all' equabilità, ſi tiri per lo punto G la linea G D M orizzontale, la cui parte M D moſtrerà la velocità del punto G; e ſupponendo pure, che le reſiſtenze da G in K, continuino ſenza accreſcerſi, o ſminuirſi, ſarà la velocità da G, in K ſempre la medeſima; e perciò, per lo punto D tirata la linea D T, parallela alla M O, tutte le velocità del fondo anderanno a terminare nell' ambito della figura E B D T, compoſta della curva E D, e della retta D T. Ma perchè nella medeſima ſezione, la ſuperficie L non è tanto veloce, quanto il fondo G, per avere minore la diſceſa, la cui differenza è C M: continuerà il punto L ad accelerarſi, v. gr. ſino al punto V, l'orizzontale del quale coincida con quella del punto G; ed allora l'acqua nella perpendicolare della ſezione V X: ſarà di eguale velocità, tanto nella ſuperficie, che nel fondo del canale X K.

Fig 14.

Queſto caſo però, ſe non è impoſſibile, almeno è molto raro, perchè regolarmente l' acqua è più impedita nel fondo, che nella ſuperficie; e perciò, fattaſi eguale la velocità di V a quella di G, non ceſſerà la velocità di V d' aumentarſi di vantaggio. Supponiamo dunque, che l' accreſcimento della velocità ſi renda ſempre maggiore ſino in I, e quivi ſi faccia l' equabilità; condotta dunque per lo punto I l'orizzontale I N, ſarà F N la velocità di I; e perchè queſta più non può accreſcerſi, condotta per F la linea F H, parallela ad N O, tutte le velocità della ſuperficie dell' acqua da A in I ec. anderanno a terminare alla circonferenza E B F H, compoſta della retta F H, e della curva E B F, e le velocità di tutte le altre parti fra la ſuperficie, ed il fondo, avranno la ſua equabilità ne' punti fra D, ed F, da ciaſcheduno de' quali, ſe ſi tireranno delle parallele all' aſſe

E O, faranno queste racchiuse fra le due D T, F H: Dal che si raccoglie, che in tal supposto la maggiore velocità del canale, o fiume nella parte inferiore al punto V, è nella superficie dell'acqua, minore nel fondo, e nelle parti di mezzo, tanto è maggiore, quanto più l' acqua sta lontana dal fondo, che è quello, ch' io notai nello Scolio della Prop. IV. *del secondo Libro della Misura dell' acque correnti*.

Ciò esposto, se dopo ridotte tutte le parti dell'acqua all'equabilità, s'incontrassero nuovi impedimenti, che levassero gran parte della velocità acquistata, dovrebbe alzarsi il corpo d'acqua; la quale, quando nell'elevarsi, ricevesse dalla sua altezza tanta energia, che potesse imprimere nelle parti più basse delle sezioni, velocità maggiore di quella, che loro era restata, dopo la porzione levata dagl' impedimenti; non v'ha dubbio, che elevatasi l'acqua a tanta altezza, che le potesse bastare per iscaricarsi, non crescerebbe ella di vantaggio, ma in tale stato continuerebbe il suo moto, quando si continuassero gl' impedimenti medesimi.

Per esempio, supponiamo che l'acqua, nel correre, abbia acquistata nell'atto di ridursi all'equabilità una velocità competente a dieci piedi di caduta, o di discesa, e che perciò l' acqua, attesa anche la sua quantità reale, debba scorrere con un'altezza di corpo di quattro piedi nella sua sezione. Questa altezza dunque dovrebbe sempre mantenersi, continuandosi gl' istessi impedimenti, e la stessa larghezza, e pendenza di alveo; ma incontrandosi maggiori resistenze, supponiamo, che queste levino a tutta la sezione del fiume, la metà della velocità antecedente; è certo *per la prop. 3. del primo libro della Misura delle Acque correnti*, che in tal caso l' altezza dell'acqua dovrebbe crescere il doppio, cioè a piedi 8. ma perchè, se alla discesa di piedi 10. corrisponde una velocità determinata, la metà di essa non compete, che a una quarta parte della predetta caduta, cioè a piedi due, e mezzo, potrà l'altezza primiera dell'acqua fare qualche sforzo contro le resistenze; ma non bastando, nell'elevarsi che farà l'acqua, trovando la velocità competente alla caduta di soli piedi due, e mezzo, sottentrerà essa a premere le parti inferiori dell'acqua, e ad imprimere loro gradi maggiori, non permettendo, che gli ostacoli levino tutta quella velocità, che per altro avrebbero levata; onde, quando si sarà alzata l' acqua tanto, che basti a restituire alla sezione intiera tutta quella somma di velocità, che le è dovuta per iscaricarsi, non s'alzerà di più, ma fermerassi nell'alzamento acquistato. E perchè in tale stato necessariamente dee darsi, che in tutte le parti dell'acqua, si trovi dimezzata la primiera velocità, ma in alcune più, in altre meno della metà, di maniera che gli eccessi, e i difetti da questa, vicendevolmente si compensino, quindi è, che quelle parti, che averanno velocità tale, che possa essere accresciuta dall' altezza dell' acqua, nell'accrescersi che fa successivamente, ricupereranno qualche parte della perduta velocità; e quelle, che non ostante la perdita fattane, ancora conservassero il rimanente maggiore di quella, che potesse contribuire l'altezza dell' acqua predetta, la riterrebbero nello stato medesimo senza veruna alterazione, se pure i moti sregolati, che fa l' acqua nell' alzarsi di corpo, non servissero di nuovo impedimento; dal che apparisce, che l'acqua predetta non si eleverebbe a gli otto piedi supposti, se non nel caso, che la velocità dell'acqua vicino al fondo, restasse scemata della sua metà; ed altrettanta fosse la velocità, colla quale scorressero gli altri quattro piedi di altezza aggiunta.

Perchè dunque, come si dirà a suo luogo, le inclinazioni degli alvei sempre più si sminuiscono, quanto più si scostano dal loro principio: quindi

ne

ne nasce; che trovandosi sovente essere così poca *la declività dell' alveo*, che l'angolo formato dalla linea del fondo coll' orizzontale, non arrivi ad essere sensibile (come appunto è in un pendio simile a quello del nostro Reno, che nelle parti inferiori non arriva a cinquantadue seconde) perciò tal declività in alcuni casi *poco opera a rendere veloci le acque de' fiumi fuorchè nelle parti molto vicine alla superficie dell' acqua*, che sono assai dilicate per risentire ogni picciolo sconcerto del loro equilibrio: onde è, che *le parti più vicine al fondo, non scorrono al basso per cagione del declivio dell' alveo, ma solo per l' altezza dell' acque superiori*, così le mezzane, e le più alte, secondo la diversa declività del fondo dell' alveo.

Regola VIII.

Ciò fa conoscere, che *l' acque libere de' fiumi hanno diverse velocità in ognuna delle perpendicolari della stessa sezione*, poichè le parti superficiali possono avere una velocità apparentemente considerabile, le più basse un poco meno, quelle di mezzo molto più, e le vicine al fondo (prescindendo dalle resistenze) anche più: ma in realtà [mettendo queste a conto] qualche cosa di meno di quelle del mezzo; dal che pare a prima vista, rendersi dubbiosa ogni regola di misurare le acque correnti. Con tutto ciò, se il metodo assegnato da noi *nel lib. IV. della Misura delle acque*, s' applicherà a' luoghi proporzionati, ne' quali l' altezza viva dell' acqua sia la più grande, che avere si possa, e che l' alveo sia di poco pendio, e coll' avvertenza, negli altri casi, di toglier di mezzo tutta la velocità acquistata per la caduta, che ordinariamente è nelle parti superficiali dell' acqua (il che si fa esquisitamente coll' abbassare le cateratte motivate *in detto Libro*; anzi si può farne la prova, con fare il calcolo dell' acqua corrente più volte, tenendo abbassata la cateratta, ora più, ora meno: il che anche maggiormente assicura, che le larghezze de' regolatori siano vive) non sarà affatto impossibile di misurare qualunque acqua corrente. Anzi ne' casi di poca pendenza di alveo, e ne' fiumi, che si chiamano rassettati di corso, la velocità della superficie tralcurata, non può fare molto divario: anzi piuttosto con questa aggiunta, si può assai bene compensare ciò, che detrae alla vera misura, l' impedimento delle sponde, e del fondo de' regolatori.

Non è da tacere un altra cagione, che opera nel far crescere, o sminuire la velocità nelle parti dell' acqua, o debbasi essa desumere dalla caduta, o dall' altezza: ed è l' aderenza, o viscosità, o collegazione, benchè poca, che hanno insieme le particelle, tutto che minime, dell' acqua; Perchè, siccome vediamo, che *rallentandosi il moto vicino alle sponde, vengono similmente, benchè sempre meno, impedite anche le parti da esse più lontane*: e che all' incontro, ristringendosi il filone alla ripa, la velocità di questo influisce ad accelerare l' acqua vicina, non ostante la resistenza, che vi trova, così è fuori d' ogni dubbio, che, trovandosi le parti inferiori con moto assai veloce, ne dovranno comunicare qualche parte alle superiori, e che nella medesima maniera gl' impedimenti del fondo ritarderanno, non solo l' acqua, che vi sta immediatamente vicina, ma anche quella, che da esse maggiormente si scosta: e questa è una delle ragioni, per la quale ne' canali orizzontali s' osserva qualche velocità nella parte superiore dell' acqua; mentre, per altro, non avendo questa veruna pressione, parerebbe, che, secondo ogni ragione, dovesse restare priva d' ogni moto, o solo averne quel tanto, che può conciliarle in qualche parte la declività della su-

perficie, che è insensibile. E da ciò anche deriva in parte, che nelle piene de' fiumi, le acque si rendono più veloci; poichè accrescendosi per la maggiore altezza dell'acqua, la velocità alle parti inferiori; questa viene ad essere partecipata ancora alle parti superiori, per ragione dell' aderenza, che hanno queste con quelle. Di tale variazione però, nella misura dell' acque, non si dee tener conto veruno; attesochè, quanto di moto le meno veloci assumono in se, per la comunicazione delle più veloci, altrettanto queste ne perdono, e non per altro le più veloci si ritardano per la vicinanza di altre meno veloci, se non perchè le prime si spogliano di una parte della propria velocità, participandola alle seconde; ond' è, che per tale ben aggiustata compensazione, non accrescendosi, nè sminuendosi la somma del moto, nè meno si altera la velocità media, dalla quale principalmente dipende la misura dell'acque correnti.

Da tutto il predetto si può raccogliere per modo di Epilogo (1) che *due sono le cause immediate della velocità nelle acque de' fiumi*, cioè una, la declività dell'alveo, e l'altra, l'altezza viva del corpo dell' acqua; e per dir meglio l'accelerazione del moto acquistata nel discendere dell' acqua per l'inclinazione dell'alveo; e la celerità dovuta alla caduta dell'altezza viva della sezione, fino alla parte di acqua, da essa resa veloce (2) Che *dette due cause non operano unite, ma solo per ragione della prevalenza*, di modo che, se più vale l' accelerazione del pendio, che l' altezza viva dell' acqua, a quella, e non a questa devesi la velocità, e per lo contrario. (3) Che *nella medesima sezione, ma non nella medesima parte dell' acqua, può avere luogo l' una, e l'altra di dette cause, nello stesso tempo*, di modo che una parte riconosca la sua velocità dall' altezza dell' acqua, l'altra dal pendio dell'alveo. (4) Che *ne' fiumi di poca declività ha luogo, per la maggior parte, la velocità nata dell' altezza dell' acqua, ed in quelli, che hanno molta caduta, può aver luogo questa, più che l' altezza, in rendere l' acqua veloce, ed in qualche caso può operare la sola caduta.* (5) Che *la velocità della superficie dell' acqua è sempre effetto della declività di essa*, e ne' canali orizzontali, anche della viscosità, che si trova fra le parti dell'acqua (6) Che *nella misura dell' acque correnti, si dee far in modo, che tutta la velocità della sezione dipenda dalla sola altezza*, il che si può ottenere, abbassando delle cateratte sotto la superficie dell' acqua, che obblighino ad elevarsi, e ad accrescere le velocità inferiori, se ve ne sono, provenienti dall'accelerazione per lo pendio. Dal che si può dedurre (7) Che *i fiumi, i quali non hanno sensibile declività, tanto saranno più veloci, quanto maggiore sarà il corpo d' acqua, che porteranno*, supposta in essi eguale la larghezza dell'alveo; o pure, *quanto maggiore sarà la loro altezza viva*. E (8) finalmente Che *i fiumi, i quali portano eguale quantità d' acqua, quanto saranno più ristretti, saranno anche tanto più veloci, quanto più larghi, tanto meno veloci;* e perciò nelle sezioni più strette del medesimo fiume, s' osserva maggiore velocità di corso.

CAPITOLO V.

Della situazione del fondo de' fiumi, cioè delle profondità, larghezze, e declività de' medesimi.

AMmettendo per certo ciò, che diffusamente abbiamo spiegato nel Capitolo antecedente, passeremo ora, per così dire, ad anatomizare gli alvei de' fiumi, in ordine alle loro profondità, larghezze, e declività; e perchè queste meritano maggior riflessione, s' incomincierà a discorrere di esse.

E concetto, quasi universale, degli Uomini, che i fiumi richiedano della caduta, acciò l'acque possano correre; cioè, che sia necessario, che il fondo del fiume sia inclinato all' orizzonte, acciò le acque possano portarsi al loro termine. Non s' accordano però tutti gli Autori in assegnare la quantità necessaria di questo declivio; poichè Vitruvio *lib.* 7. *cap* 8 per gli acquedotti ricerca un mezzo piede di caduta, per ogni cento piedi di lunghezza, *ne minus in centenos pedes semi pede*, cioè a dire 25. piedi per miglio. Il Cardano *de Variet. lib.* 1. *cap.* 6. per condurre canali d' irrigazioni, si contenta d' un' oncia ogni 600. piedi di lunghezza, che sono oncie otto, e un terzo per miglio; ma per gli acquedotti chiusi, come per gli sifoni, e per li tubi, *omnis*, dice egli, *differentia satisfacit* .. *in canalibus, & rivis non ita*. Leon Battista Alberti, e lo Scamozzi, ne vogliono un piede per miglio; ed il Barattieri *Architet. di Acque part.* 1. *lib.*6.*cap* 5. determina, col consenso de' migliori architetti, che la caduta necessaria ad un fiume debba essere la milleottocentesima parte della lunghezza; cioè a dire, piedi due, e tre quarti per miglio.

Io non posso darmi a credere, che alcuno degli Autori predetti voglia intendersi, che, se un fiume, o acquedotto non abbia un piede, o due, o tre ec. di caduta, non possa per esso avervi corso l' acqua; ed in fatti il Barattieri, sapendo bene, che molti fiumi scorrono al mare, senza che i loro alvei abbiano la caduta da esso ricercata, asserisce essere ella solo necessaria, acciò le acque possano correre *comodamente bene*: forma di parlare assai equivoca, come esprimente un grado di velocità estimativo, il quale, secondo le circostanze, può essere diverso, e necessaria perciò diversa declività per ottenerlo; anzi *nel cap.*6 cerca egli il modo, con che le acque *possano farsi l' impulso necessario da fare il moto, per correre sopra piani orizzontali, ovvero poco pendenti*.

Basta riflettere al principio d' Archimede, addotto da esso nel libro *de Insidentibus Aquae*, ed a ciò, che da noi è stato dimostrato *nel primo capitolo alla prop.*4. per mettere in chiaro, che le acque per portarsi da un luogo all' altro, non hanno bisogno d' alcuna inclinazione di alveo, e se non altro basta consultare l' esperienza, la quale giornalmente mostra, che le acque stagnanti dispongono la propria superficie in un piano orizzontale, e che, aggiun-

giungendosi da una parte acqua nuova, non resta essa sollevata sopra la primiera; ma abbassando se medesima, o spinge l'altra fuori del vaso, o fa alzarla di superficie, fin che di nuovo si faccia l'equilibrio: e ciò, qualunque sia la disposizione del fondo. Noi dimostreremo dunque questa Proposizione.

PROPOSIZIONE I.

Acciò un fiume corra al suo termine, non è necessario, che il di lui fondo abbia alcuna declività.

Sia A B il fondo d'un canale, sopra cui sia l'acqua equilibrata all'orizzontale F C, e comunicante con C D, che s'intenda essere la superficie del mare; e suppongasi, che dalla parte A F sia aggiunta l'acqua F G: certa cosa è, ch'ella non potrà restare in F G; ma premendo la sottoposta A H, l'obbligherà a scorrere verso B, qual volta le sia impedito il flusso dalla parte di A F; e perciò l'acqua del canale A B, scorrerà sopra il fondo A B orizzontale, verso il mare C B E D. che se s'intenderà, che successivamente, dalla parte di A F, venga somministrata nuov' acqua, dovrà conseguentemente continuarsi il corso da A in B, che sarà sempre uniforme. se uniforme sarà l'ingresso dell'acqua nel canale, e resti nello stato medesimo la superficie del mare C D. Non è dunque necessaria alcuna declività nel fondo d'un fiume, o canale, acciò l'acqua vi scorra; ma basta, che la superficie della posteriore sia più alta di quella dell'anteriore, abbenchè la differenza sia insensibile. Il che ec.

Fig. 15.

Corollario I.

Di quì è manifesto, che potendo l'acqua F G aggiunta, essere così poca, che non abbia sensibile proporzione a quella del canale A B, *può darsi il caso, che il corso dell'acqua del detto canale A B rendasi impercettibile, e che la superficie dell'acqua corrente F C, resti come orizzontale*, e stagnante; ma, *se l'acqua F G sarà in maggior copia, sarà anche più sensibile il corso, e più manifesta l'inclinazione della superficie.*

Corollario II.

Quindi è evidente, *non potersi determinare veruna declività, necessaria alla superficie dell'acqua, acciò essa possa correre*, come pretende il Barattieri *nell' allegato cap 6.* ma solo in genere può dirsi, che *quanto maggiore è il corpo d' acqua, che dee passare, per l'istesso canale orizzontale, tanto maggiore, necessariamente sarà la declività della superficie*: prescindendo però sempre dall'impeto impresso, in vigore del quale può l'acqua scorrere colla sua superficie non solo orizzontale, ma ancora acclive, come s'osserva in molti casi.

Ciò è vero ogni volta, che il fondo A B s'intenda più basso del livello dell'acqua C D, ed in maniera, che l'altezza di essa C B, sia d'impedimento al corso del canale orizzontale A B; ma se il fondo A B fosse nella stessa linea orizzontale con B D, o più alto; allora avrebbe luogo ciò, che da noi è stato dimostrato *al Corollario primo della Prop. prima del 5. libro della Misura dell' Acque correnti*; cioè, che la superficie dell'acqua, la quale scorre

Fig. 16.

re per li canali orizzontali, dee essere sempre parallela al fondo di essi; e ciò pure si dee intendere, o prescindendo dalle resistenze del fondo, e delle sponde, o pure supponendole, da per tutto, eguali; altrimenti, perchè vicino all'uscita si sminuiscono le predette resistenze, ivi l'acqua si renderà più veloce, e conseguentemente s'abbasserà di corpo, descrivendo, colla superficie, la linea curva F G H. Ma se il canale A B s'intenderà prolungato indefinitamente dalla parte di A, di modo che il corso dell' acqua non risenta il difetto delle resistenze, vicino all'uscita, allora si verificherà esattamente la proposizione predetta.

Essendosi adunque dimostrato, che l'acqua per condursi da un luogo all' altro, non ha bisogno di declivio nel fondo dell'alveo; ma solo, che la di lei superficie sia regolarmente, qualche poco più alta di quella del luogo, al quale essa ha da terminare il suo corso; e che, quanto maggiore è il corpo d'acqua, che dee correre per lo stesso canale orizzontale, tanto maggiore nell'uno, e nell'altro de' due casi proposti, dee essere la predetta differenza d' altezza. Io non so abbastanza maravigliarmi, perchè mai siano state così concordi le opinioni degli Autori in volere, che sia necessaria la declività del fondo de' canali, alle acque correnti; e nello stesso tempo, così discordi in determinarne la quantità! Se forse non egli è stato dal credere, che l'unica causa della discesa dell'acque per gli alvei de' fiumi, sia l'inclinazione del fondo; e che questa misurata da essi, sia poi stata trovata differente, secondo la diversità de' fiumi medesimi. Può essere adunque, che Vitruvio trovasse negli acquedotti di Roma un mezzo piede di caduta, ogni cento piedi di lunghezza, e che gli altri misurassero ne' fiumi de' loro paesi, le declività assegnate, e finalmente, che ognuno dalle proprie osservazioni, deducesse una regola generale per tutti gli altri fiumi.

Quanto sia erroneo questo metodo, non occorre dimostrarlo per altra strada, che per quella dell'esperienza; poichè, se si livellerà la caduta di diversi fiumi, i quali in siti omologhi portino diversa quantità di acqua, non si troverà ella la medesima in tutti, ma sempre minore in quelli, che nelle loro escrescenze camminano più gonfi, anzi, misurando la caduta dello stesso fiume in luoghi diversi, si troverà, che tra le montagne avrà esso inclinazioni d'alveo precipitose, e nelle pianure molto minori, e che alcuni fiumi sono veramente declivi di fondo, ed altri affatto orizzontali; dal che evidentemente apparisce, che *la caduta non tanto è cagione della velocità de' fiumi, quanto effetto della medesima*, essendo comune osservazione, che i fiumi assai veloci si profondano l'alveo, e con ciò si scemano le cadute: e che i tardi di moto, se corrono torbidi, s'interriscono i letti, e con ciò accrescono le declività a' loro fondi; ond'è, che da alcuni sono chiamati i fiumi divoratori delle campagne, e da altri, bonificatori delle medesime, verificandosi d' essi l'uno, e l'altro epiteto, in diversità però di circostanze. Quindi è, ch'io non ho mai saputo immaginarmi di dover cercare, qual caduta sia necessaria ad un fiume, per altro fine, che per accertarmi, che il medesimo non interrisca il proprio alveo colle deposizioni, non avendone quanto basta, o avendola maggiore del bisogno, non l' escavi di soverchio, con danno notabile delle proprie ripe.

Perchè ciò resti fuori d' ogni dubbio, io prendo a discorrerla in questa maniera. Egli è certo, che i fiumi in tanto si profondano, ed allargano l' alveo, in quanto per la violenza del proprio moto corrodono, e portano via la terra, che forma le sponde, ed il fondo; egli è dunque necessario, che la forza scavante superi la resistenza della terra, o d'altra materia, che forma l'alveo al fiume; altrimenti essendo l'una eguale all'altra, non succe-

cederà effetto veruno di escavazione, e molto meno, se la resistenza sarà maggiore della forza. Egli è altresì evidente, che un fiume non va sempre profondando il proprio alveo in infinito; altrimenti quelli, che nel principio del mondo, corrodendo il terreno, si formarono il letto, colla diuturnità del corso si sarebbero a quest'ora profondati nelle più alte viscere della terra; bisogna dunque dire, che nell'escavarsi, che fa un fiume, o la forza dell'acqua vada appoco appoco mancando, o la resistenza del terreno egualmente accrescendosi, o pure, che nello stesso tempo, e quella si diminuisca, e questa si accresca, fin che si giunga ad una specie di equilibrio, nel quale tanto operi la violenza dell'acqua per escavare, quanto resiste il fondo per non essere alterato dal proprio essere. Nell'istessa maniera si dee discorrere delle larghezze de' fiumi, che sono effetti, parte dell'abbondanza, e velocità dell' acque, e parte del contrasto, o resistenza che fanno le sponde ad essere ulteriormente corrose. Quindi *tanto i fondi, quanto le larghezze degli alvei, vengono ad essere determinate dalla natura;* cioè a dire dalla combinazione delle cause operanti, e delle resistenti in un certo grado di attività; e però alterandosi tanto quelli, che queste, con l' arte, non cessano mai le cause operanti di ridurli al loro stato primiero. Ed in fatti, l'esperienza dimostra, che in un fiume stabilito di fondo, (cioè a dire posto in tali circostanze, che non si alzi colle deposizioni, nè si abbassi colle escavazioni) e parimente stabilito di larghezza (cioè, che per propria attività, più non si allarghi, nè più si ristringa) se nel di lui alveo si faranno, coll' arte, nuove escavazioni, ben presto, essendo l'acqua torbida, le riempirà, formandosi nuovi dossi, ben presto gli escaverà; allargandosi l' alveo da una parte più del bisogno, ben presto, colle alluvioni, si ristringerà, e finalmente, ristringendosi oltre il dovere, sempre farà forza per superare le cause ristringenti.

Per maggiore spiegazione di tutto ciò, supponiamo, che un fiume camini con una determinata velocità, cagionata, o dal declivio, o dall' altezza, e che l'acqua affetta di detta velocità, possa, come farebbe una lima, staccare l' una dall'altra, le parti della terra, che sono contigue al di lei corso. Niuna ragione adunque, in tal caso, vi può essere, per la quale l' acqua non disunisca le parti della terra vicina, e staccandole dal fondo, ecco il profondamento, siccome l' allargamento, se ciò succede alle sponde. Egli è anche facile da concepire, che esercitandosi verso il fondo, maggiore la forza, quivi anche più agevolmente, si corroda il terreno in qualche larghezza; e che, per l' ordinario, non potendosi lungamente sostenere la terra sopra d' un taglio fatto a perpendicolo, dirupino le parti superiori delle ripe, formandosi una scarpa conveniente, ed atta a sostenere la mole della terra superiore. *Sintanto* dunque, *che la velocità dell' acqua non trova un resistente, che pareggi la di lei forza, sempre continuerà ad allargare, e profondare.* Ma perchè scavandosi giornalmente il fiume, viene esso a perdere, appoco appoco la propria declività, e per conseguenza anche qualche volta, la velocità derivata da essa; e per lo contrario, rendendosi sempre più resistente la terra alla disunione delle proprie parti, quanto più la di lei superficie s'accomoda al piano orizzontale; ne segue, che profondandosi il fiume, cresca la forza nel resistente, e cali nella potenza operante; e perciò sia necessario, che finalmente l'una, e l'altra si riducano all'egualità; il che accadendo, viene ad aversi posto il termine al profondamento. Dissi, essere necessario, che la forza operante finalmente si pareggi colla resistente; ma ciò non succederà sempre a cagione dello scemarsi del pendio; poichè, se bene ciò per lo più avviene, può nulladimeno

no darsi il caso, che la forza dell'acqua sia tanto grande, che (non ostante tutto il deterioramento, che riceve dal diminuirsi della declività, e tutto augumento, che si fa, per la stessa ragione, nella resistenza della terra) nulladimeno resti tanto vigorosa, da scompigliare le parti dell' alveo, anche disposte in un piano orizzontale; ma allora succederà un altra sorta di resistenza alla forza dell'acqua, e quella sarà, se non altro, l' acqua del mare, o d'un lago, dentro cui entri colle proprie acque il fiume, per virtù della quale, sminuita la forza dell'acqua, s'uguagli ella colla resistenza del fondo.

Similmente, perchè nell'allargarsi l'alveo del fiume, l'acqua cala di altezza, e molte volte di velocità, e generalmente scostandosi dal filone si rende meno veloce; ne segue, che rallentandosi il moto, nè perciò calando la resistenza della ripa, anche in questa parte debba succedere il sopraccennato equilibrio E quì è da considerare, che *la resistenza del fondo più presto uguaglia la sua potenza contraria*, per essere due le cause dell'uguagliamento; la prima, cioè, la minore inclinazione dell'alveo, e la seconda, la diminuzione della velocità; laddove la resistenza delle ripe, arriva molto più tardi all'equilibrio, con la potenza contranitente; perchè la sola forza dell' acqua è quella, che si sminuisce, ed anco assai lentamente; come che ciò, quasi solamente deriva dallo scostamento del filone, e la resistenza delle ripe resta sempre tale, quale era prima; supposto che il terreno corroso, e da corrodere sia in tali luoghi della stessa natura. Questa è la ragione, per la quale *i fiumi, che corrono dentro alvei formati di materia omogenea, e facile da essere corrosa dall'acqua, hanno la larghezza maggiore della profondità;* come s'osserva per esempio *nel Po di Lombardia*, che al Lagoscuro ha settecento piedi di larghezza, e trentacinque di altezza, *e nel Reno nostro*, il quale s' allarga, alla Botta degli Annegati, piedi cento ottanta, e nelle sue maggiori piene s'eleva piedi nove; di modo che nell'uno, e nell'altro, *la proporzione dell'altezza alla larghezza sta come uno a venti*. Non è però da credere, che questa proporzione s'osservi sempre negl'altri fiumi, nè meno in diverse sezioni del fiume medesimo, concorrendovi molte cause accidentali, a variarla: Egli è ben certo, e confermato, sì dalla ragione, che dall' esperienza, che *i fiumi, quanto maggior copia d'acqua portano nelle loro escrescenze, altrettanto sono più profondi, e più larghi; e perciò essendo mantenuti ristretti dall' arte, maggiormente s'escavano; e lasciandoli allargar di soverchio, o dividendosi in più rami, maggiormente si alzano di fondo*.

Concorrono adunque tre cause, o circostanze, a stabilire l'alveo de' fiumi. La prima si è *la condizione della materia*, della quale sono composte le ripe, ed il fondo; poichè *le terre arenose cedono più facilmente alla forza dell' acqua corrodente, che le cretose;* e queste più facilmente, che il sasso. La seconda è *la situazione del fondo, o delle ripe del fiume*, essendochè, *quanto più sarà declive un fondo arenoso, o ghiaroso, tanto più la medesima forza dell' acqua sarà potente ad escavarlo;* E la terza, che più d'ogn' altra, merita nome di causa, si è *la forza dell' acqua*: poichè, dove questa è maggiore, ivi più presto, e più facilmente cede la tenacità, o peso della materia, della quale è composto l'alveo, e meno resiste la poca inclinazione delle ripe, e del fondo. Ma perchè la forza escavante non è altro, che la velocità dell' acqua applicata al terreno, e questa riceve il suo essere, o dall' altezza dell' acqua, o dalla discesa, bisogna considerare le forze escavanti, secondo la proporzione, che portano le cause produttrici della velocità. Nell' istessa maniera, diversificandosi la condizione del terreno; sì dalla glutinosità, tessitura, o aderenza delle parti di esso; sì anche dal peso, grossezza, e figu-

ra delle medesime; egli è di uopo di mettere a conto l' una, e l' altra di queste circostanze, acciò possa dedursi, quanto esse vagliano, per resistere alla forza dell' acqua, e per conseguenza, qual pendio si richieda per pareggiarla.

Per ben intendere, come operi la resistenza del fondo, dipendente dalla di lui obliquità; siano circa il centro B descritti diversi piani, variamente inclinati all' orizzontale A B, e questi s' intendano formati di terreno, che abbia una determinata collegazione di parti. Non si può dubitare, che siccome più facilmente si muove un grave, discendendo per la verticale E B, che per l' inclinata D B, e più facilmente per D B, che per C B, di maniera che sull' A B orizzontale non ha forza alcuna per muoversi; così, se a cagione della resistenza, o inegualità de' piani C B, E B ec. non potesse muoversi per essi un grave, senza l' aiuto di una forza esterna, questa verrebbe ad essere maggiore in A B, minore in F B, e così successivamente, secondo, che andassero crescendo, gli angoli A B F, A B C ec. e la ragione sì è; perchè, sebbene i gravi predetti non possano muoversi per li piani A B, F B, C B, non lasciano però di esercitare tutta la loro energia, per superare le resistenze, che per essere maggiori, loro impediscono il moto; e di fare sforzo maggiore, quanto maggiori sono gli angoli colla linea orizzontale. Quindi è, che accresciuta l' inclinazione, v. gr. fino al sito D B, e mantenendosi le medesime resistenze; potrà il grave avere acquistato tanto di momento, che basti a superare gl' impedimenti, e comincierà a muoversi per lo proprio peso; e perchè le forze accresciute intrinsecamente (siasi, o per aggiunta di nuova potenza, o per diminuzione di resistenze) non hanno bisogno di tanto aiuto estrinseco, per arrivar ad un certo grado; ne segue, che minor forza estrinseca richiederassi, per fare, che il grave si muova per lo piano C B, maggiore, per ispingerlo per F B, e molto maggiore, per farlo muovere per A B.

Fig. 17.

Ciò premesso, osservisi, che le parti del terreno, massimamente bagnato che sia dall' acqua, non hanno, che rade volte, tanta aderenza di parti, che basti per sostenerle a perpendicolo, come succede ne' marmi, e nelle materie più consistenti; onde, poste in situazione verticale, come in E B, dirupano, formandosi un pendio, v. gr. D B, che supponiamo sia la massima inclinazione tra tutte le possibili, colle quali il terreno si sostenti senza dirupare: e questa nelle terre più tenaci, regolarmente non eccede gradi sessanta, ma ordinariamente oltrepassa di poco, i gradi quarantacinque; Posto adunque, che D B sia quella pendenza, la quale, accresciuta che fosse, non potrebbe trattenere il terreno, che non si staccasse dal suo vicino, cadendo, o scorrendo al basso, è chiaro, che aggiuntavi qualsisia, benchè minima forza, che lo spinga da D in B, non potrà sostenersi, e converrà, che si disgiunga la rimanente: Intendiamo, che, per tal cagione, ne sia stata staccata la parte D B C, e che perciò il piano si sia abbassato in C B; questa inclinazione dunque non sarà più quella, che precisamente basta, per impedire la disunione delle parti della terra; ma bensì tale, che potrà resistere a qualche grado di forza; ma non ad un maggiore, il quale solo potrà essere impedito dal piano, v. gr. F B meno declive. Unite dunque le forze estrinsece, al conato, che fanno le parti della terra per disunirsi; quelle si richiederanno sempre maggiori, quanto le inclinazioni coll' orizzonte, saranno minori; e perciò nell' orizzontale A B, non avendo la forza estrinseca alcun vantaggio dall' inclinazione del piano; converrà, che sia tanto vigorosa, che basti, colla sola sua virtù, a superare l' aderenza delle parti della terra, ed a muoverle da luogo a luogo; altrimenti non succederà alcu-

cuna corrosione del piano A B. Egli è perciò evidente, che non essendo la forza estrinseca (cioè, nel nostro caso, la velocità dell'acqua) bastante a ridurre il piano al sito orizzontale; necessariamente bisognerà, che lo lasci declive, ed in tale declività, che sia la prima, che basti a pareggiare la forza di essa, e da ciò chiaramente apparisce, che *la violenza del corso dell'acqua non è sempre effetto della declività dell'alveo*, come sinora è stato creduto; ma *la declività dell'alveo, è bensì sempre effetto della violenza del corso dell'acqua*, fuorchè in alcuni casi particolari, de'quali discorreremo più abbasso.

Stabilita la verità del detto di sopra, non è difficile il dedurre le seguenti Proposizioni, le quali si debbono intendere, in parità di tutte le circostanze non espresse; e nel caso di fondi stabiliti per mezzo dell'escavazione fatta antecedentemente dall'acqua.

PROPOSIZIONE II.

Ne' fiumi, quanto maggiore sarà la forza dell'acqua, tanto le declività degli alvei saranno minori.

Posciachè, supponendosi eguale la resistenza della materia, che compone l'alveo, e maggiore la forza dell'acqua; è necessario, che questa, applicata a quella, produca effetto maggiore; ma quest'effetto non è altro, che l'escavazione, e l'allargamento dell'alveo; e l'escavazione dell'alveo, quanto è maggiore, tanto minore rende la declività dell'alveo; dunque, quanto maggiore sarà la forza dell'acqua, tanto minore sarà la declività dell'alveo del fiume. Il che ec.

Corollario I.

E perchè la forza dell'acqua, vicino al fondo del fiume, per lo più dipende dall'altezza della medesima; e perciò in tal caso, *quanto maggiore sarà l'altezza viva dell'acqua, tanto meno declivi saranno i fondi.*

Corollario II.

Similmente, perchè l'altezza viva del corpo d'acqua, dipende, in qualche parte, dalla quantità di essa, che scorre per l'alveo in un dato tempo: quindi è, che *quanto maggior copia d'acqua porterà un fiume, tanto minore sarà la di lui caduta.*

Corollario III.

E perciò *i fiumi uniti, dopo le confluenze sempre si spianano il fondo più di quello, fosse prima dell'unione; e per conseguenza perdono di caduta.*

Corollario IV.

Dal che ne nasce, che *i fiumi, i quali si fanno grandi per lo concorso d'altri mi-*

minori, *hanno il loro fondo disposto a modo di un Poligono*, o sia di una figura di più lati, de' quali i più alti facciano angolo maggiore coll' orizzontale, e i più bassi minore, ed in oltre gli angoli tutti siano all' intorno de' punti delle confluenze; il quale poligono si può anche considerare, in un certo modo, per una specie di linea curva, concava nella parte superiore.

Corollario V.

Ma *que' fiumi, che conservano sempre il medesimo corpo d' acqua*, *debbono avere il fondo* in una linea sensibilmente retta, se si parla di picciole distanze; ma realmente, ed in grandi distanze, *in una spirale*, *le cui tangenti facciano sempre angoli eguali colle perpendicolari tirate dal centro della terra*, che viene anco ed esser il centro della spirale medesima; e questa s'accosterà sempre più alla circonferenza di un circolo, quanto più l' angolo fatto dalle tangenti colle perpendicolàri, s' accosterà all' angolo retto.

Corollario VI.

In caso poi, che la velocità dell' acqua dipenda dalla discesa, non dall altezza viva; allora la determinazione del fondo, si desume dal grado di velocità acquistato per essa; e per ciò, *fin tanto*, *che l' acqua anderà accelerandosi* [quando la condizione della materia, che forma l' alveo sia sempre la medesima] *s' anderà sempre mutando il pendio*, *e sarà minore nelle parti dell' alveo*, nelle quali sarà maggiore la velocità; in quelle cioè, *che saranno più lontane dal loro principio*.

Corollario VII.

Ma perchè due corpi di peso diseguale, e di velocità eguale, operano differentemente contro i piani, sopra de' quali scorrono; quindi è, che, *se si daranno due fiumi*, *le acque de' quali s' accelerino per la discesa; ma una sia maggiore di altezza dell' altra*, più opererà in escavare la maggiore, che la minore; e per conseguenza, anche in questo caso, *ne' siti di eguale velocità*, *meno declive sarà quel fiume*, *la cui altezza viva sarà maggiore*.

Corollario VIII.

Perchè dunque, come più volte si è detto, le velocità fatte dalla discesa crescono, all' augumentarsi delle distanze dal principio del moto; ne segue, che, succedendo a maggiori velocità, maggiore escavazione, e per conseguenza minore declività nelle parti inferiori, che nelle superiori; *dovranno*, in tal supposto, *disporsi i fondi*, *durante lo spazio dell' accelerazione*, *in linee curve concave*, *le tangenti delle quali facciano successivamente angolo maggiore con le perpendicolari tirate dal centro della terra*.

Co-

Corollario IX.

Ma cessata l'accelerazione, e *ridotta la velocità dell' acqua all' equabilità, il fondo si disporrà in una linea* sensibilmente retta, o pure nella *spirale* predetta, *nella quale si conservi sempre la pendenza medesima.*

PROPOSIZIONE III.

Se la forza dell' acqua di un fiume sarà bastante, senza l'aiuto di qualche declività, a sovvertire le parti del fondo, ed a portarle via; allora l' alveo di esso non riceverà alcuna pendenza.

Poichè, essendo, per lo supposto, la forza dell' acqua tanto grande, da potere scomporre le parti del fondo, e portarle via senz' aiuto di declività; niuna diminuzione di questa sarà bastante, ad impedire una nuova escavazione; posta, dunque, qualsisia declività, l'acqua continuerà ad escavare; e perciò si toglierà di mezzo la declività del fondo, che è lo stesso, che dire, che il fondo non avrà alcuna pendenza. Il che ec.

Corollario I.

E però *disporrassi il fondo in una linea circolare*, essendo in questa tutte le tangenti ad angolo retto colle linee, che vengono dal centro; *la quale però, in poca distanza, non sarà sensibilmente differente da una retta orizzontale.*

Corollario II.

Aumentandosi la forza dell' acqua, farassi ben maggiore l' escavazione; ma non si muterà la situazione orizzontale del fondo, supposta, per tutto, la medesima resistenza della materia, che forma l'alveo, e l' uniformità di tutte l' altre circostanze.

Quì si dee avvertire, che avendo un fiume tanto di forza, che basti, a scompigliare il fondo dell' alveo, situato in qualsisia, benchè minima declività, o pure anco in un piano orizzontale; se quella si augumenterà, o per ristringimento di alveo, che cagioni maggior altezza, o per aggiungersi di nuova acqua, accrescendosi con tal mezzo la velocità del fiume, avrà maggior forza per escavare; farassi dunque tal escavazione fino ad un piano orizzontale, più basso dell' antecedente, come, v. gr. al piano C G, sopra del quale la copia dell' acqua corrente richieda l' altezza viva A B C; siccome la copia di quella, che scorre per lo piano, pure orizzontale, E B, si suppone, che addimandi la sola altezza viva A B. Posta dunque tal differenza di piani, egli è evidente, che se l'altezza in A B, ha tanta forza, da portar via la materia dell' alveo sul piano orizzontale; molto più potrà farlo per lo perpendicolare B C; e perciò corroderà l' angolo H B C, formando l' alveo pendente in H C; e per la stessa ragione, colla declività H C, corroderà il fondo, riducendolo sempre men declive; di modo che, se la forza dell' acqua, non ostante l' abbassamento del fondo, resterà potente a mantenersele orizzontale; si scaverà il fondo E B fino al piano orizzon- *Fig. 18.*

zontale M C, di maniera che M C G sia tutta nella medesima orizzontale. Ma perchè, abbassandosi il fondo in M C, non si può abbassare la superficie D A, per cagione della superficie A F; sarà necessario, che l'altezza A C, la quale acquisterà il fiume D E, cessi d' essere viva, e per conseguenza, che si ritardi l'acqua in D E, la quale, se con questa perdita, perderà altresì la forza necessaria, per mantenere il fondo orizzontale, resterà nel fondo M C qualche picciola declività; e perciò può darsi il caso, che un fiume, che da se avrebbe la forza, per mantenersi il fondo spianato all'orizzonte, entrandovene un altro dentro, la perda, e ricerchi della pendenza; ma questa non sarà mai tale, che cagioni dell'alzamento nel fondo di esso, ma sempre dell'escavazione; poichè, supposto, che la declività fosse E C, ogni volta che la linea E C s'incontrerà colla linea B E, avrà il fiume nel punto E riacquistata la sua altezza viva: e perciò potrà da lì insù tenere scavato il fondo all' orizzontale Tale declività E C renderassi sempre minore, se il fiume D B, vicino alla confluenza, si ristringerà a causa dell' impedimento della velocità; essendochè l' angustia della sezione, concorre assai a rendere viva l' altezza. Questa considerazione non solo si applica a' canali orizzontali, ma ancora agl' inclinati; e perciò abbiamo detto *nel Coroll. IV. della Prop antecedente*, che gli angoli del Poligono ivi accennato, debbono essere non ne' punti, ma *all' intorno de' punti delle confluenze;* ma di ciò si parlerà più a lungo, nel Capitolo sopra l' unione de' fiumi insieme.

Corollario III.

E perchè i fiumi coll'allargarsi perdono l'altezza, e conseguentemente la velocità: ne segue, che *i fiumi orizzontali, allargandosi ordinariamente il loro alveo vicino al mare, perdono la forza per mantenersi scavati;* e perciò *vicino allo sbocco restano più alti di fondo, che lontani da esso*, al che concorrono però altre cause: e questa è una delle ragioni, per le quali gli sbocchi de' fiumi nel mare, se non sono tenuti ristretti dall' arte, regolarmente sono men profondi degli alvei nelle parti superiori.

Siccome nell'annotazione al Coroll. II. precedente, abbiamo detto, potersi dare il caso, che un acqua ritardata, conservi anche la forza, per mantenersi il fondo orizzontale; così *può darsi il caso, che la forza di un fiume sia tanto grande, che*, sebbene, ritardata che sia, non possa muovere le parti grosse, e pesanti; e perciò s'elevi il fondo [come abbiamo detto, in questo Corollario, succedere alle foci de' fiumi nel mare] non ostante però, *conservi tanto di virtù*, abbenchè riascenda sopra d' un piano acclive, *da spingere, o portar seco le parti meno pesanti;* e questa è la ragione, per la quale, sopra degli sbocchi, gli alvei si conservano profondi, abbenchè le foci siano più alte di essi.

Corollario IV.

Se *l'acqua d'un fiume avrà tanta forza, da stabilirsi il fondo orizzontale, precisamente, e niente di più, supposta una determinata resistenza nel fondo, se questa si accrescerà, non sarà ella più valevole, a spianarsi il fondo orizzontalmente; e perciò sarà più alto nelle parti più vicine allo sbocco, che nelle più lontane.* E perchè può darsi il caso, che tale alzamento di fondo non ritardi l' acqua, che

sopravviene; perciò in tal supposto *non si altererà il fondo nelle parti di sopra ma mantenendosi, e connettendosi col più alto, si renderà acclive* come B C D. Che *se poi l' alzamento del fondo inferiore C D, ritarderà l' acqua, che sopraggiunge* da A B; in tal caso, *se l' acqua porterà materia atta, riempirà l' alveo A B C fino all' orizzontale E C*, e finalmente, *se ritarderà le parti vicine a C D, più che le lontane*, come per l' ordinario succede, *formerassi l' interrimento B C*, che si alzerà a proporzione della forza diminuita. E questa è la ragione del mantenersi, che fanno i dossi, e i gorghi negli alvei de' fiumi. Fig. 19.

Che il dosso C B possa non impedire il corso dell' acqua in A B, può succedere principalmente per due cause; la prima si è, perchè il fiume si divida in più rami; e la seconda, perchè si allarghi nelle parti inferiori, più che nelle superiori, purchè la larghezza sia viva: l' una, e l' altra causa però ricade in una sola, che è la diminuzione dell' altezza viva dell' acqua. Suppongasi dunque, che il fiume A D cammini per lo fondo C D orizzontale, coll' altezza viva A C, o B D, e che arrivato in D, o si allarghi, o si divida in più rami, di maniera che l' altezza viva sia B E; supponiamo però, che nel principio, l' altezza dell' acqua nella parte B G, fosse D B, e che il fondo fosse continuato in D G orizzontale; sarebbe dunque l' altezza D B non viva, e perciò l' acqua, in quel sito, ritardata. Quindi è, che supponendo, che la forza dell' altezza viva A C, sia precisamente quella, che basta a tenere il fondo orizzontale, non sarà la forza B D ritardata, bastante a fare il medesimo in D G; adunque, portando l' acqua materia idonea, si faranno delle deposizioni sopra D G, formandosi il fondo E F declive, che si alzerà fino a lasciare l' altezza viva B E; ma perchè l' ostacolo D E ritarda l' acqua, che sopravviene, e nell' istesso tempo, l' acqua sopravveniente batte l' interrimento D E, non potendo questo sostenersi sul lato D E a perpendicolo, è necessario, che si spunti l' angolo, v. gr. I E L, nel mentre che l' acqua H I D ritardata, permette le deposizioni, o interrimenti H I D; e perchè, quanto più l' acqua verso C è lontana dall' impedimento I D, tanto meno resta ritardata; perciò non si farà eguale deposizione da per tutto, ma sempre minore, e finalmente cesserà; dunque al disopra di H, conserverà l' acqua la forza primiera; e conseguentemente manterrassi il fondo orizzontale. E' però da notare, che nel tempo, che si formasse l' acclività H L, sminuendosi in essa l' altezza viva dell' acqua, e conseguentemente la forza; sarebbe necessario, che l' acqua s' elevasse colla superficie; ma perchè elevandosi, e dovendo ricadere sulla superficie B A, farebbe forza contro le ripe, e corrodendole, allargherebbe l' alveo; perciò, senza elevarsi sensibilmente, si anderebbe allargando proporzionalmente l' alveo, a misura, che si andasse formando il dosso H L; ch' egli si facesse più alto, e che l' allargamento, fatto sempre maggiore, continuasse per tutta la lunghezza dell' alveo, occupata dal medesimo dosso H L, finchè in L si formasse la cadente declive; e continuando la medesima altezza viva B E, si conservasse ancora la medesima larghezza, Fig. 20.

Corollario V.

Può darsi il caso, che un fiume abbia tanto di altezza viva d' acqua, e tanto di forza, che basti a formarsi, ed a mantenersi il fondo orizzontale; ma restando questa impedita, non possa più spingere la materia, che porta, senza l' aiuto di qualche declività, come (Figura 16.) sarebbe il fondo A B, orizzontale al pelo

dell'acqua B D; ma trovandosi il fondo A B più basso del pelo del mare C D, allora l'impedimento dell'acqua C B, ritarderebbe la forza dell'acqua corrente A C, che in conseguenza non sarebbe più valevole a mantenersi il fondo orizzontale, e perciò facendosi delle deposizioni, si alzerebbe il fondo, tanto che acquistasse quel pendio, coll'aiuto del quale potesse spingere la materia portata; e facendosi l'alveo per via di escavazione, tanto continuerebbe l'acqua ad escavare, quanto arrivasse a formarsi quella declività, che può bastare a non permettere deposizioni, ed insieme ad impedire maggior escavazione.

Fig. 15.

PROPOSIZIONE IV.

Quanto maggiore sarà la tenacità del terreno, che compone il fondo del fiume, tanto esso sarà più declive.

Essendochè, quanto maggiore è la tenacità del terreno, cioè il legame, che hanno le di lui parti, l'una coll'altra, tanto maggiore è la resistenza, che in separarle incontra la forza dell'acqua; ne nasce, che supposta questa essere sempre la medesima, minore sarà l'effetto, se maggiore sarà la tenacità della materia; ed essendo l'effetto della forza dell'acqua, la disunione delle parti, e l'escavazione dell'alveo, ne segue, che quanto maggiore sarà la tenacità della materia, tanto minore sarà l'escavazione; ma quanto minore è l'escavazione, tanto più resta declive il fondo dell'alveo; adunque, quanto più sarà tenace la materia, che forma l'alveo al fiume, tanto sarà esso più declive. Il che ec.

S'osservi però, che siccome due lime, l'una adoperata con maggior forza dell'altra, possono egualmente sminuzzare un pezzo di ferro, abbenchè in tempo differente; così può parere ad alcuno, che l'effetto della tenacità del terreno sia solo quello, di fare consumare più tempo all'acqua in escavare, ma non già d'impedire l'escavazione. Ciò però non ostante, se si considererà, che la tenacità della materia, in questo luogo, non solo si prende per lo legame vicendevole delle parti, ma ancora per la resistenza, ch'esse fanno all'essere separate, la quale sempre è maggiore, quanto meno coopera il peso di esse, alla disunione; manifestamente apparirà, che operando questo meno ne' piani, altresì meno declivi; viene in un certo modo ad accrescersi, collo sminuirsi della pendenza, la tenacità della materia; e che per lo contrario, facendosi minore la forza ne' piani meno declivi, può succedere, che la tenacità accresciuta, uguagli la forza dell'acqua sminuita, e così succeda, non solo maggiore consumo di tempo, ma altresì maggiore declività.

E da notare in secondo luogo, che quando, in qualche caso impensato, la tenacità della materia, non s'accrescesse per la minore inclinazione del fondo, o la forza dell'acqua, per la medesima ragione, non si scemasse; allora la Proposizione non si verificherebbe, che in ordine al tempo dell'escavazione, che si dovrebbe più lungo alla materia più tenace; e perchè in tal tempo, può darsi il caso, che succedano altre cause, che cooperino allo stabilimento del fondo dell'alveo, a queste pure si dee avere riflesso.

In terzo luogo si dee avvertire, che la Proposizione s'ha da intendere in termini idonei, cioè, che la tenacità della materia non sia tanta, da resistere in ogni inclinazione, abbenchè quasi perpendicolare alla forza dell'acqua, come sarebbe nel marmo, o nel sasso vivo; e parimente, che la forza dell'acqua non sia tale, che poste due diverse tenacità, possa superare l'una, e l'al-

l'altra in qualsisia picciola inclinazione di alveo; poichè, nel primo supposto, tanto potrà la forza maggiore, che la minore; e nel secondo, si renderà, nell'uno, e nell'altro caso, il fondo orizzontale.

Corollario I.

I fiumi perciò, che hanno il fondo cretoso, o di tiverro, sono più declivi di quelli, che l'anno arenoso, o limoso.

Corollario II.

E perchè il continuo bagnamento contribuisce molto, ad ammollire la tenacità della materia del fondo, e per lo contrario, il rasciugarsi della medesima, fatto dal Sole, accresce nella materia atta, la tenacità; perciò *i fiumi perenni sono*, per tal cagione, *qualche volta meno declivi, che i temporanei* in parità di tutte l'altre circostanze.

Corollario III.

Se il fondo del fiume sarà di materia così tenace, e dura, che la forza dell'acqua tenti sì, ma *non vaglia a corroderla*, come se fosse composto di sasso, o di muro; in tal caso *quella declività, che li sarà stata data dalla natura, o dall'arte, si manterrà sempre*, se non quanto la continuazione del corso dell'acqua, potrà qualche poco, in lunghezza di tempo, consumarla; e da ciò nasce, che le cateratte interrompono la continuazione dell'alveo de' fiumi, e si conservano per secoli intieri, senza considerabile mutazione, si suppone però, che le pendenze siano tali, che non permettano deposizione di materia alcuna, sopra de' fondi.

Corollario IV.

Se un fiume avrà il fondo in diversi luoghi variamente tenace, muterà di pendenza, sempre proporzionata alle resistenze del fondo; e perciò, dove questo sarà arenoso, si faranno maggiori escavazioni, dove cretoso, minori; dal che ne nascono alle volte i gorghi, e i dossi, che si vedono dentro i letti de' fiumi. Quà si possono ridurre proporzionalmente i Corollari 3. 4. e 5. della Proposizione antecedente, e principalmente le loro annotazioni.

PROPOSIZIONE V.

Supponendo il fondo d'uno, o più fiumi, composto di parti staccate l'una dall'altra, come sono i sassi, e l'arena; minori saranno le declività, quando il peso specifico delle parti sarà minore.

Ciò è manifesto; perchè, supposta la medesima forza nell'acqua, egli è certo, che questa più facilmente, o separerà dal fondo, o spingerà avanti quelle materie, che saranno di minor peso specifico: ma ciò facendo, abbasserà il fondo medesimo; adunque, di quanto minor peso specifico saran-

no le parti, che staccate l'una dall'altra compongono il fondo; tanto più facilmente questo si abbasserà, e per conseguenza si renderà meno declive, Il che ec.

Corollario I.

Quindi è, che *i fiumi, i quali corrono fra le montagne*, dove hanno il fondo sassoso, ivi *hanno* anche *maggiore la pendenza, che nelle pianure*, nelle quali i fondi per l'ordinario sono composti di pura sabbia: e similmente *in que' siti, ne' quali il fondo è arenoso, le cadute sono maggiori, che in quelli, ne' quali il fondo è composto di puro limo*, o belletta senza tenacità.

Corollario II.

E perchè nelle parti grosse, come ne' sassi, e nella ghiaia, ha molto luogo la qualità della figura; *allora il fondo sarà più pendente, quando la figura delle parti, che lo compongono, sarà più difficile a muoversi, ed a scorrere sopra le altre*.

Corollario III.

Parimente perchè i fiumi, nelle parti superiori del loro corso, hanno frequentemente gli alvei ripieni di sassi assai grossi, e conseguentemente pesanti, e di figura in oltre angolari, i quali sono sempre spinti al basso dal corso dell'acqua, o portati dentro gli alvei dalle rovine delle montagne, ed osservandosi, regolarmente, che detti sassi sono più grossi nelle parti più alte, vicino alle fontane, e più piccioli ne' siti degli alvei, più lontani da esse; ne segue, che *due fiumi, che corrono in ghiaia, la linea del fondo, anche a riguardo di questa sola causa, debba disporsi in una curva concava, che nel suo progresso, sia sempre meno inclinata all'orizzontale*.

Corollario IV.

E perchè concorrono a questo effetto medesimo, e l'acceleramento dell' acqua per la discesa, e l'unione di più acque in un sol alveo, ne segue, che *unendosi le due cause predette colla resistenza dell' alveo*, resa gradatamente minore, tanto *maggiore concavità avrà la linea del fondo*, e tanto *maggiore sarà la difformità, o differenza fra le cadute in diversi siti del fiume*.

Corollario V.

Se un fiume, dopo aver corso fra le montagne sopra un fondo ghiaioso, si ridurrà nella pianura a muoversi, sopra un letto di arena uniforme, e porterassi al mare, senza ricevere tributo di nuove acque; la linea del fondo, durante il corso per la ghiaia, sarà una linea curva concava, a cui connetterassi una curva convessa, competente alla qualità uniforme del terreno arenoso,

Dalle Proposizioni dimostrate in questo Capitolo, se ne potrebbero dedur-

durre molte altre, tanto su i medesimi semplici supposti, quanto combinando insieme le diverse condizioni del fondo, e della potenza dell'acqua ec. ma sarà facile a chi che sia, il farlo, colla scorta delle accennate verità, le quali, oltre l'essere dimostrate, sono anche osservabili in fatto; particolarmente da chi saprà distinguere gli effetti delle cause accidentali, da quelli dell'essenziali.

Tutto l'esposto di sopra concerne principalmente lo stabilimento degli alvei, fatto per via di escavazione dell'acqua, resta ora da considerare l'altra parte; cioè come, e quando si stabiliscano i fondi per alluvione, replezione, o sia deposizione di materia. E prima, si consideri, che pochi sono i fiumi, che portino acque chiare, cioè, non mescolate con materia alcuna terrestre, posciachè i fiumi, quasi tutti almeno nelle piene, s'intorbidano. *Supposto*, nulladimeno, *che le acque di un fiume fossero in ogni tempo chiarissime, queste potrebbero bene profondare, ma non riempire l'alveo proprio*, mancando loro la materia per farlo, se non quanto potrebbero le parti staccate dal fondo, o dalle ripe, esser levate da un luogo, e portate in un altro, o per ispinta, o per deposizione. Quindi è, che supposti gli alvei inalterabili di fondo, e di ripe, a cagione della resistenza eguale, o maggiore della potenza: le acque chiare non potranno mai in alcuna maniera mutare il sito dell'alveo, nè in profondità, nè in larghezza, quantunque siano basse di corpo, ed i fondi poco, o niente declivi. Quindi è, che *gli scoli delle campagne, soliti a portare*, per lo più, *acque chiare, si conservano lungo tempo, senza interrirsi, ma entrandovi acque torbide*, abbenchè in molta quantità, come succede nelle rotte de' fiumi, *in poco tempo si riempiono di terra*. Il dire però, che un fiume porti acqua assolutamente chiara, è supporre un caso, se non impossibile, almeno molto raro, perchè scorrendo l'acque per lo terreno, è difficile, che non s'imbrattino; e cadendo, almeno in tempo di pioggia, l'acqua di essa, giù per la gran declività delle sponde dell'alveo, non può di meno, che non si svellano da esse, molte parti terree, le quali perciò siano portate nell'alveo a rendere torbida l'acqua. Ed in fatti io ho osservato, che il Tesino, poco sotto la sua uscita dal lago maggiore, lascia nell'escrescenza manifesti segni di torbidezza sopra l'erbe bagnate dalla piena, i quali però non sono altro, che un sottilissimo velo di belletta, che le cuopre, e piuttosto fa loro cangiare il color verde, in olivastro, che detergendole, o lavandole, si perde: indizio di qualche picciola torbidezza; e pure il luogo, dove io ciò osservava, non era lontano cento pertiche dall'emissario del lago. Lasciando dunque di trattare di questo caso, passeremo a considerare gli effetti de' fiumi, che corrono qualche volta torbidi, e che si stabiliscono il fondo co' proprj interrimenti.

Di tre sorte sono le materie portate da' fiumi; poichè altre sono spinte, sempre radente il fondo, senza incorporarsi coll' acqua, altre s' incorporano coll' acqua medesima, ed altre galleggiano. Quest' ultima ha la sua gravità specifica, minore di quella dell' acqua; ma le altre due l' hanno maggiore, o eguale: L'egualità però del peso specifico, che può trovarsi nelle materie, veramente incorporate, coll'acqua, quì non merita considerazione veruna: comecche è cagione, che esse seguitino i moti, e per così dire, la sorte dell'acqua medesima; perciò nel nostro caso possono considerarsi, come non differenti da essa; Resta dunque, che nelle *materie, tanto spinte, che incorporate, si debba intendere una gravità specifica maggiore di quella dell' acqua;* con questa differenza però, che le prime (essendo di mole, e peso assoluto assai grande) resistono più all'essere sollevate dal fondo;

ma l'altre, per la picciolezza della loro mole, non possono impedire, che il moto dell'acqua non le sollievi, e mantenga quasi unite alla propria sostanza, la quale però, perdendo nella mescolanza di tanti corpicciuoli opachi, la sua diafaneità, si chiama torbida; mentre al contrario le altre, che restano al di sotto, o al di sopra, non turbano la sostanza dell'acqua. E qui pure dee mettersi da parte un altro caso, come non adattato alla materia presente. Si trova nell'acqua [anche stagnante, ed a giudizio d'ogni senso, in riposo] un moto perenne, che può tenere sollevate delle particelle di materie più dell'acqua gravi; le quali perciò restano unite al corpo dell'acqua medesima, come sono i ramenti de' sali, delle tinture, e di altre simili sostanze. Queste non si separano da essa, che col mezzo dell'evaporazione, o precipitazione, o con gran lunghezza di tempo, come succede alle parti tartaree, che trovandosi nell'acqua, anche limpidissima, delle fontane, incrostano per di dentro, i loro condotti, e qualche volta empiendoli quasi affatto, serrano la strada al passaggio dell'acqua; di queste dunque noi non abbiamo da parlare; come che, per lo più, seguitano il moto dell'acque, o se talora si depongono, ciò è un caso straordinario, che però ne' fiumi non fa regola alcuna; oltrechè, se si volesse discorrerne, sarebbe necessario prenderne i principj, forse dal più astruso della Fisica, e della Chimica.

Le materie pesanti, che non possono, se non con violenza separarsi dal fondo, per lo più, sono sassi, e ghiaie, ed in qualche caso, arene assai grosse, oltre altre materie, che per accidente possono trovarsi ne' letti de' fiumi; queste rare volte sono sbalzate in alto dall'acqua (il che succedendo, quasi immediatamente, precipitano al fondo) ma bensì sono spinte, o lateralmente, o al lungo del corso, o pure cumulate in un luogo; dal che ne nasce; sì la varietà, e sempre costante mutabilità degli alvei de' fiumi, che corrono in ghiaia; sì quel continuo corso, non solo di acqua; ma di sassi, all' in giù, che rende maraviglia a chi osserva, ciò sempre succedere, senza che perciò i fondi si elevino. Ed in fatti sembra a prima vista difficile da concepire, che dalle rupi vicine, continuamente si svellano sassi, e siano portati negli alvei de' fiumi, da' quali mai non escono, che alle volte per opera umana; e con tutto ciò non oltrepassino un certo sito, assegnato a ciascun fiume dalla natura; o sia dalla combinazione delle cause, che concorrono a questo effetto, senza però formarsi negli alvei, montagne di sassi, come pare a prima vista, dovrebbe succedere a riguardo della loro abbondanza.

Se però si considererà la natura delle arene, che niente altro sono, che pezzetti di sasso stritolato; siccome i sassi molte volte sono composti di arene insieme unite; ed in oltre, se si osserverà, che la forza dell'acqua opera contro di essi, continuamente col suo corso, spingendoli a percuotersi, ed a farli scorrere, l'uno sopra l'altro, al che va necessariamente congiunto un continuo sfregamento, mediante il quale si vanno perpetuamente logorando vicendevolmente: come ne fa piena fede il continuo mormorio, che si sente ne' fiumi, i quali corrono in ghiaia: effetto non tanto del moto dell'acqua, che urta, e si rompe in essi, quanto del reciproco dibattimento de' sassi, e di più, se si avvertirà alla gran copia de' rottami, alla pulitura, che ricevono; ed a molti altri manifesti segni di logoramento, che si riscontrano nelle ghiaie de' fiumi; se dico, tuttociò si considererà, facilmente si potrà credere, che i sassi continuamente si disfacciano in arene, e che richiedendosi al loro intero consumo una quantità determinata di questo sfregamento (che in un certo grado, porta seco una determinazione di tempo, e di spazio) venga tutto ciò terminato dentro il sito,

che sta di mezzo fra il principio del fiume, e l'ultimo limite delle ghiaie.

Per esempio, supponiamo, che un sasso, sfregandosi con un' altro (come farebbe sopra una ruota da pulire) con un certo grado di velocità, arrivasse ad essere intieramente consumato, dentro lo spazio di un giorno; certa cosa è, che nel medesimo tempo si consumerebbe, se esso fosse mosso seguitamente per un piano, che fosse tanto lungo, quanto richiede la velocità dello sfregamento reciproco d'un sasso, coll'altro (se pur la forza, e l'asprezza fosse nell'uno, e nell'altro caso eguale) e che non varierebbe l'effetto, se tal logoramento succedesse interpolatamente; purchè la quantità del tempo fusse d'una giornata. Varierebbesi bene, se o il moto, o il tempo, o la durezza, o la grandezza del sasso, o l'asprezza del piano, si alterassero; o se mancasse il piano medesimo, sul quale si fà lo sfregamento, prima che il sasso fosse intieramente consumato.

Essendo dunque nel fiume una forza determinata, che cagiona una determinata velocità nel moto de' sassi; ed essendo, che questi hanno una grandezza, e durezza limitata, che ordinariamente non oltrepassano (potendo però avere l'una, e l'altra minore) ne segue, che la velocità del moto impresso dall'acqua ne' sassi, dovrà richiedere un tempo determinato, che sia proporzionato alla durezza, grandezza ec. de' sassi medesimi, per intieramente stritolarli; e perciò, altresì dovrà essere determinata la lunghezza dello spazio, necessario per l'effetto medesimo; comecche questa è figlia della velocità, e del tempo. Non è dunque maraviglia, se ne' fiumi si riuniscono i limiti delle ghiaie, e se gli alvei non si riempiono, per lo continuo entrarvi di queste; essendo equilibrata, per così dire, la quantità di esse, che giornalmente entra nell'alveo, col consumo, che se ne fa. E' ben facile anche l'intendere, perchè alcuni fiumi portino le loro ghiaie fin dentro il mare; allora, cioè, quando viene a mancare, lo spazio addimandato dalle altre circostanze, per stritolarle in arena.

Sminuendosi adunque continuamente la mole de' sassi, e rendendosi, con ciò, l'alveo sempre meno declive (come si è detto *nel Coroll.* 3 *della Prop.* 5. *di questo Cap.*) ne segue, che un sasso, il quale sotto una mole maggiore, contrastando alla forza dell'acqua, poteva sostenersi in un alveo più declive; ridotto poscia ad una mole minore, ceda all'impeto della medesima, lasciandosi spingere all'ingiù, fino a trovare quella declività, che resti proporzionata alla diminuzione della di lui mole. Quindi è, che ne' fiumi in ghiaia succedono continue escavazioni, ed altresì continue replezioni; ma così attemperate l'una coll'altra, che ne resta il fondo stabilito; di maniera che, alterato che sia da cause accidentali, o in soverchia escavazione, o in soverchia replezione, ben presto si ristabilisca, per l'efficacia delle cause perpetuamente operanti; e perciò, se l'alveo di un fiume in ghiaia, sarà meno declive, di quello porti la sua natura; non mancandoli materia per cagionar replezioni, eleverassi nel fondo, in maniera da acquistarsela: ed avendola più del bisogno, ne seguiranno escavazioni proporzionate, fino al termine, nel quale si pareggino le forze delle cause escavanti, con quelle delle resistenti.

E quì cade in acconcio di dimostrare un altra Proposizione, che contiene un caso possibile a succedere ne' fiumi che corrono in ghiaia.

PROPOSIZIONE VI.

Se un fiume, che corra sopra un fondo, resista all' escavazione, richiederà tanto tempo per compirla fino al segno, che richiede la propria forza, e permette l' inclinazione dell' alveo, e che prima d' esser essa compita, sia portata nell' alveo altra materia della medesima natura; anderà il detto fiume continuamente scavando il suo fondo, che sarà stabilito fra due termini, l' uno determinato dalla massima altezza, che può farsi per replezione, l' altro dalla massima bassezza, fatta nell' escavazione.

Fig. 21. Sia il fondo A B quello, che a riguardo della forza dell' acqua, e della condizione della materia ec. si chiama stabilito, e sia sopra di esso la materia contenuta nel triangolo A B C, della medesima natura di quella, della quale è composto il fondo A B; egli è evidente, che correndo l' acqua con una forza determinata per lo fondo C B, potrà escavarlo; ma perchè tal escavazione non può farsi instantaneamente, ma, per lo supposto, richiede molto tempo; poniamo, che l' acqua, corrodendo abbia scavato il fiume, fino in D B; ma non sia giunta alla A B; e che, arrivata l' escavazione a detto termine, sia allora portata dentro il fiume, v. gr. da' torrenti influenti, altrettanta materia, che basti a rimetter di nuovo in essere la pendenza C B. Continuando dunque la medesima forza d' acqua, tornerà a farsi l' escavazione, e se di nuovo arrivata fino in D B, sarà riportata nuova materia nel fiume, di nuovo si tornerà ad escavare, e così successivamente: supponiamo perciò, che la pendenza D B sia quella, alla quale può giungere l' escavazione, durante il massimo intervallo di tempo, tra l' uno ingresso, e l' altro della materia nell' alveo A B; dunque non si arriverà mai coll' escavazione, alla pendenza A B, ma solo al più, alla D B: parimente supponiamo, che C B sia la massima altezza, che può fare, detratte le escavazioni, la materia, ch' entra nel fiume; adunque la declività non oltre passerà mai la C B; e perciò il fondo sarà stabilito, o piuttosto anderà librandosi, tra le due declività C B, D B. Il che ec.

Non si può pensare, che entri più materia nel fiume di quella, sia smaltita coll' escavazione fatta del fondo, e per conseguenza, che questo debba sempre elevarsi; perchè sopposto che ciò succeda, è chiaro, che la declività si renderà sempre maggiore; e perciò la materia sarà disposta, a cedere più facilmente alla forza dell' acqua, che, anch' essa, si accrescerà; onde maggior quantità di materia si smaltirà in un dato tempo; accrescendosi dunque lo smaltimento di detta materia, finalmente si arriverà ad una elevazione, nella quale si pareggierà il consumo coll' entrata; e tale suppongo, che sia l' inclinazione C B.

Avvertasi, che sebbene per l' escrescenza del fiume, e per l' abbassamento dell' alveo, la forza dell' acqua non può essere la medesima (siccome nè meno è la medesima la quantità della materia portata via nella piena, per l' alveo più declive C B, e la portata via, cessata la piena, per l' alveo meno declive D B) nondimeno tuttociò può ridursi ad una medietà aritmetica, nella quale gli eccessi compensino i difetti; e può supporsi, che l' escavazioni siano proporzionali a' tempi, ne' quali saranno state fatte; poichè, negli estremi, torna la medesima cosa.

Co-

Corollario I.

Perchè adunque l'entrata della materia groſſa ne' fiumi, ſuole ſuccedere, per l'influſſo de' torrenti nelle loro piene; ne ſegue, che in tal ſuppoſto, *quanto maggiori ſaranno gl' intervalli di tempo, tra l' una piena, e l' altra de' torrenti, tanto meno declive ſarà l' alveo del fiume.*

Corollario II.

Similmente, perchè le piene de' torrenti, quanto ſono più groſſe, e di maggior durata, riducono ancora maggiore quantità di materia ne' fiumi; perciò *quanto le piene ſaranno minori, e più corte di tempo, tanto meno ſarà declive il fiume.*

Corollario III.

Parimente; eſſendo che, quanto maggiore, e di più lunga durata è la piena del fiume, tanto più opera in eſcavare il proprio fondo: ne ſegue, che *quanto più lungo, e maggiore ſarà la piena del fiume, tanto meno declive ſarà il fondo di eſſo;* Dipendendo perciò la piena del fiume, tanto nella durata, quanto nella grandezza, dalle piene de' torrenti, e facendo la prima maggiore eſcavazione, e le ſeconde maggior riempimento; biſogna oſſervare, come s' attemperi una cauſa coll' altra, e giudicare la qualità dell' effetto, a miſura di quella, che prevalerà.

Corollario IV.

E quanto maggiore di corpo ſarà l' acqua ordinaria del fiume, ſarà ancora tanto meno declive l' alveo; quali declività, tanto in queſto, quanto ne' Corollarj ſopradetti, ſi deono intendere in tempi omologhi, come ancora la minima di tutte.

Corollario V.

Parlando *de' fiumi temporanei*, dentro i medeſimi ſuppoſti, *gli alvei tanto meno ſaranno declivi, quanto più breve ſarà il tempo della loro aridità, e in cui ſaranno eſauſti d' acqua.*

Corollario VI.

Abbenchè queſta Propoſizione principalmente ſi verifichi ne' fondi, compoſti di parti ſtaccate l'una dall'altra, come ſaſſi, ghiaia, ed arena; nondimeno può applicarſi in qualche maniera a' fiumi temporanei, che depongono nel fine delle loro piene, materia limoſa, e che ſi rende tenace per l' eſſiccazione fatta dal ſole; ho detto *in qualche maniera*: perchè ordinariamen-

mente *la materia limosa*, che è quella, che riceve tenacità dall'efficcazione, *non si depone, che con una gran diminuzione di velocità, che appena si riscontra nell'acque de' fiumi*, quando però vi si deponesse, per qualche accidentale cagione, caderebbe sotto i supposti di quest'ultima Proposizione.

Le materie poi, che s'incorporano alla sostanza dell' acqua, sono arene sottili, parti terree, ed altre di simile natura: sono queste, non spinte, come le ghiaie, ma sollevate dal fondo, e portate sino all' ultima superficie dell'acqua: abbenchè il loro peso specifico superi quello del fluido, al quale perciò non sono unite, per la gravità uniforme, ma solo per la violenza del moto, e per la resistenza, che trovano le loro superficie al discendere, impedite dalla viscosità dell'acqua medesima, in quella maniera per appunto, che i vapori acquei si sollevano, e stanno sospesi lungo tempo nell'aria, come si è spiegato *nel cap.* 4. quindi, *acciocchè le particelle di terra restino unite all'acqua, si ricerca un certo grado di agitazione proporzionato al loro peso, mole, figura, e superficie*, cessando il quale, cominciano a discendere, ed a lasciar l'unione, che prima avevano colle parti dell'acqua. Dal che ne nasce, *richiedersi maggiore agitazione, per tenere unite all'acqua le parti più grosse, e pesanti, che le più sottili, e meno gravi*. L'agitazione parimente, o è la velocità dell'acqua, esercitata lungo il corso del fiume, o pure i moti vertiginosi, fatti sopra un piano verticale, cioè dal fondo alla superficie, e da questa al fondo; o pure sopra un piano orizzontale, o inclinato, come s' osserva ne' vortici; nè può negarsi, che questi, ed altri moti disordinati, non operino (tanto a corrodere il fondo, e le ripe, quanto a tenere sollevata la materia) molto più di quello, possa la velocità esercitata per la linea di direzione del fiume; nulladimeno perchè i moti sregolati non possono comprendersi sotto regole semplici, ci contenteremo in questo luogo di considerare l'azione della sola velocità predetta: e ciò faremo tanto più giustamente, quanto che i moti predetti irregolari, sono ordinariamente più, o meno vigorosi, quanto maggiore, o minore è la velocità del fiume.

Dipendendo adunque, come si è detto nel capitolo antecedente, la velocità dell'acqua de' fiumi, e dall'altezza del proprio corpo, o dalla discesa: ed essendo, secondo l'uno, e l'altro principio, più veloce l' acqua in un luogo, che nell'altro; ne segue, che una parte dell' acqua può essere così veloce, che possa sostenere materie più grosse, e più pesanti: e che un altra non basti, per portare le più sottili, e leggiere. Quindi è, che *dove i fiumi sono più veloci, cioè nel filo dell'acqua, si mantengono più profondi; e dove hanno meno di forza, si fanno delle alluvioni*, e deposizioni di materie più grosse; e questa è la ragione, per la quale *nelle parti connesse delle tortuosità de' fiumi si generano spiaggie, o arenai, e dalla parte opposta restano corrose le ripe*. Dal medesimo principio deriva pure, che per lo più, ne' fiumi, che hanno acque più veloci verso il fondo, che alla superficie, le arene più grosse non si alzano al pelo dell'acqua, dove giunge la sola terra; e perciò le *alluvioni, che si fanno sulle restate* o golene, *sono di natura molto differente*, quanto alla materia, *da quelle, che succedono dentro l' alveo*; e similmente *le bonificazioni fatte regolatamente, e col prendere l' acqua torbida verso la superficie sono molto più fertili di quelle, che sono state fatte a fiume aperto*, e con prendere l'acqua dal fondo dell' alveo. Non vi è dubbio, che continuandosi in tutte le parti del fiume, quel moto, che rendesi necessario, per tenere sollevata la torbida, non mai si deporrebbe essa, e sarebbe portata coll' istesso moto dell'acqua, sino all' ultimo termine; ma rallentandosi l'agitazione, è ben chiaro, che le materie eterrogenee mischiate coll'acqua, si deporranno successivamente, secondo la loro gravità; e perciò *sboccando fiumi tor-*

torbidi in lagune, o paludi, le interriscono. e fanno, che il terreno si manifesti in più luoghi, ne' quali prima non si osservava, che espansione di acqua.

Per la stessa ragione *gli alvei de' fiumi*, ne' luoghi, ne' quali sono *larghi più del dovere, s'interriscono alle sponde, ristringendosi l'alveo a quella capacità, che è richieduta dall' abbondanza dell' acqua, che vi scorre;* il che anco fanno nelle paludi ec. facendosi l'alveo, dentro gl' interrimenti medesimi: e perchè rare volte un fiume scorre, sempre colla stessa violenza, osservandosi maggiore velocità nelle piene maggiori, che nelle minori; e parimente nel colmo della piena, più che nel crescere, o cessare della medesima, in parità di circostanze; quindi è, che *correndo l'acqua torbida per un alveo, con poca velocità, seguono interrimenti nel fondo*, ed alle volte tali, che cessata l'escrescenza, il letto del fiume si vede mezzo ripieno, e fa dubitare a chi è poco pratico della natura de' fiumi, ch' esso non possa essere capace di una piena maggiore; seguendo poscia la quale, di nuovo si scava alla primiera profondità. Perciò, sebbene *un fiume* può scorrere al suo termine, sopra d' un fondo affatto orizzontale; *portando* però *acqua torbida, se non avrà esso tanta altezza di corpo d' acqua, da tenere la terra sempre incorporata, necessariamente dovranno seguire delle deposizioni*, le quali anderanno sempre crescendo, fino ad acquistare quel pendio, che più non può resistere alla forza dell' acqua, acciocchè non porti via la materia, che per altro resterebbe deposta sopra la di lui linea; e perciò *nelle piene minori si mutano le cadute, accrescendosi, e nelle maggiori, sminuendosi*.

Da ciò, che finora si è detto, evidentemente apparisce, rendersi inutile qualunque opera umana, che tenti di accrescere, o scemare le dovute pendenze a' fiumi torbidi; posciachè, se non s' inducano nuove cause perpetuamente operanti accresciute che siano dette pendenze, succederanno nuove escavazioni; e sminuite, nuove deposizioni; e perciò, nel mutare il letto a' fiumi, per via di cavi, si dee ben' avvertire la caduta, che ha un termine sopra l'altro, e paragonarla alla necessità del fiume, ed alla situazione della campagna, per non incorrere in quegl' errori, che per simili inavvertenze, hanno spesso fatto, e fanno lagrimare le Provincie intiere, a causa dell' alzamento seguito ne' fondi degli alvei, dell' impedimento degli scoli delle campagne, e dell' inondazione delle medesime. Dissi *se non s' inducano nuove cause perpetuamente operanti:* perchè in tal caso potrebbe anche perpetuarsi l'effetto. Perciò, in proposito di volere sminuire le pendenze, potrebbe giovare, essendo praticabile, il ristringimento dell' alveo ad un fiume, o l'unione di più acque in un' alveo medesimo; e quando le cadute siano troppo precipitose, è comune la pratica di traversar loro l'alveo con chiuse, o pescaie, per far elevare i fondi, ed impedire il dirupamento delle ripe; nel qual caso si tolgono bene alcuni de' cattivi effetti, che partorisce il soverchio profondamento del fiume; ma le cadute, in poco tempo, si ristabiliscono a misura della necessità dell' alveo. Solo, ad accrescere realmente le cadute, può contribuire la diversione dell'acque, o l'allargamento dell' alveo, quando possa mantenersi in tale stato.

Quale sia il grado di velocità, che può bastare per tenere sollevata la materia arenosa, nell' acqua, e quale, la materia semplicemente terrea, è difficile da determinarsi; egli è ben' evidente, che *il Po, il quale nelle sue massime piene ha trentacinque piedi di altezza viva di acqua, non permette, che nel suo letto si faccia deposizione veruna*, sopra il fondo già stabilito: che *Reno, e Panaro, i quali non hanno, che nove, o dieci piedi di altezza, depongono l'arena, fino però a formarsi il pendio, rispetto a Reno, di tredici in quattordici*

an-

once di caduta per miglio, ma non lasciano già la terra, nè meno l' arena sopra detta pendenza. E' ancora probabile, che *l' arena medesima possa andare, col lungo corso de' fiumi*, così assottigliandosi, *che possa paragonarsi colla terra*: se pure l'una, e l'altra non sono una stessa sostanza, cioè l'una più semplice, l'altra più composta; ed in fatti si vede, che le arene del mare, le quali non sono altro, che le portatevi dentro da' fiumi, sono sottilissime, e tanto più: quando provengono da' fiumi maggiori; e di corso più lungo; il che essendo vero, tanto minor forza addimanderebbero per non deporsi; siccome anche minore la richiede il limo sottile; e perciò pochi sono i fiumi, i quali lo depongano nel proprio letto, fuorchè in poca quantità, e per cause affatto accidentali.

Non è la sola agitazione dell' acqua quella, che concorre a tenere sollevate le arene; avendovi anche gran parte la copia delle medesime. Per intelligenza di ciò, si consideri, che, siccome il moto dell' aria può ben fare ascendere, e tenere sospesi i vapori, ma non in ogni quantità, che si trovino; e perciò è necessario, che cumulatane una gran copia, finalmente ricadano in pioggia; e così l' acqua, mediante l' agitazione, che si trova avere, non può sostenere qualsivoglia quantità di parti più gravi di essa; ma debbono essere limitate, non tanto dal grado, che dalla somma del moto, che si trova nella medesima. Quindi è, che il grado dell' agitazione corrisponde alla grossezza, o sottigliezza delle parti; e la somma del moto al numero, o quantità delle parti medesime. Può darsi perciò il caso, che il grado, o velocità dell' agitazione, non sia potente a sollevare, e sostenere un grano di arena; ma sminuzzato che sia, resti esso sospeso nell' acqua; non sarà però il medesimo grado valevole a sostenere infinite granella della medesima misura; se non s' intenderanno essere dell' acqua infinite le parti, e per conseguenza infiniti gradi di moto, rispetto al numero, ognuno de' quali sostenga un grano di arena; egli è perciò necessario, che il numero di questi sia limitato, e proporzionato alla somma del moto, che si trova in una certa quantità di acque; o pure, se così dir vogliamo, in una sezione di un fiume.

E' facile assicurarsi di ciò coll' esperienza; poichè presa una quantità di acqua dentro di un vaso, ed agitata questa con un moto sempre uniforme [il che si può ottenere con diversi artifici] se a detta acqua sarà infusa della polvere, si vedrà, che sul principio si mischierà essa coll' acqua, la quale perciò diverrà torbida; ma, se continuerassi ad aggiungere sempre altra quantità della polvere medesima, si vedrà, ch' essa non si mescolerà più coll' acqua, ma caderà al fondo del vaso: al che può concorrere, non solo la deficienza della quantità del moto necessario a sostenere la quantità della terra aggiunta; ma ancora la vicinanza delle parti medesime, che facilmente unendosi insieme, formino una mole più pesante, che richieda un grado d' agitazione maggiore, per essere tenuta sospesa nell' acqua. Per l' una, e per l' altra dunque delle suddette ragioni, egli è evidente, che quantunque il grado del moto possa sostenere più parti di terra incorporate all' acqua, non potrà sostenere però tutta quella quantità, che a lui sarà somministrata; e perciò può darsi il caso, che in un fiume sia portata tanta quantità di terra, che l' acqua di esso non possa portarla via, se non in un tempo determinato: incidente, che porge motivo alla seguente Proposizione, i supposti della quale, sebbene di rado accaderanno, non sono però impossibili.

PRO-

PROPOSIZIONE VII.

Se ad un fiume sarà somministrata, v. gr. *da' torrenti influenti, tanta quantità di terra, o di arena, che non possa tutta incorporarsi coll' acqua d' esso; si deporrà ella, ed alzerà il fondo; ma cessato l influsso de' torrenti, la terra deposta sarà corrosa, e portata via dal corso del fiume; e se a far ciò, si richiederà più tempo, di quello intercede fra un influsso, e l' altro de' torrenti, non potrà il fondo del fiume ridursi a quella minore declività, che addimanda la forza dell' acqua, e la resistenza della materia, che compone il fondo; ma si stabilirà fra due termini, l' uno de' quali sarà quello, che compete alla massima corrosione, che può fare il fiume in detto tempo; l' altro sarà quello, che è limitato dal massimo alzamento, che può fare la materia portata in esso.*

Io non stimo necessario il dimostrare a parte, questa Proposizione, potendo applicarsi ad essa proporzionalmente la prova *della Prop VI di questo Capitolo*, dalla quale non è in altro differente, che nel supposto della materia portata da' torrenti nel fiume: ed a questa Proposizione possono applicarsi i Corollari, ed Annotazioni fatte a quella. Solo si può avvertire, che tanto è più facile la corrosione della materia in questo caso, quanto essa non ha bisogno, per essere corrosa, di essere spinta radente il fondo del fiume; ma può incorporarsi all'acqua, la quale, sebbene entrasse chiara nell' alveo del fiume, nulladimeno per tal corrosione s' intorbiderebbe; e perciò difficilmente verrà il caso, se non accidentalmente, che nel tempo, che corre tra l' una piena, e l'altra de' torrenti, non sia compita la corrosione, e stabilito il fondo.

Questa Proposizine ancora si verifica, in parte, in que' casi, ne' quali le piene de' fiumi, nel suo maggior colmo, fanno delle deposizioni, che poi sono levate, nel calare delle medesime, o in acqua ordinaria, cessando le cause, che hanno cooperato, a fare dette deposizioni; e perciò non bisogna maravigliarsi, se alle volte si vede un fiume basso corrodere l' arena, che taluno crederebbe, dovesse essere stata portata via, non deposta, dal fiume più alto; perchè in alcuni luoghi si fanno, per cause accidentali, delle alluvioni nelle piene, che per altro non succederebbero fuori di esse; come a suo tempo si spiegherà.

Rispetto finalmente alle materie, che sono portate a galla dall' acqua, queste meritano poca considerazione; posciache, se esse non s' uniscano col fondo, o colle ripe, si depongono nelle golene, o pure sono portate fino all' ultimo sbocco. Talvolta però cessando l' acqua ne' fiumi temporanei, restano esse nel fondo, o nelle spiagge del fiume, ma sopra venendo nuov' acqua, di nuovo si alzano a galla, e seguitano il corso della medesima, sempre nella parte, che è più veloce, cioè nel filone; salvo che talvolta, secondo la loro diversa condizione, o si frammischiano alle deposizioni terree, e servono ad accrescere la resistenza del fondo: o se sono rami d' arbori, e capaci di farlo, s' abbarbicano, e radicano nel fondo, o nelle sponde, e talora lo fanno così stabilmente, che servendo d' un considerabile impedimento, mutano la direzione al corso dell' acqua, o scostandolo, o stringendolo contro una ripa. Lo stesso succede per cagione de' semi delle piante, che portati dall' acqua, e deposti in qualche luogo idoneo, nascono, e vegetano, o vestendo d' erba le sponde de' fiumi, e con le radiche sostentandole, che non dirupino; o imboscando le golene, e le scarpe delle ripe dell' alveo, e le spiagge medesime; cagionando con ciò diversi effet-

fetti, ora utili, ora nocivi. Rare volte però, e forse non mai, succede, che le materie galleggianti sopra l'acqua, alterino considerabilmente, e stabilmente la positura del fondo; abbenchè molte volte mutino la situazione delle ripe.

Dalle cose fin ora dette, concernenti le deposizioni delle materie portate dall'acqua, si potrebbero dedurre alcune altre Proposizioni; ma queste ricaderebbero nelle dimostrate di sopra, in proposito dell'escavazione; Poichè egli è evidente, che se si facessero deposizioni maggiori di quelle, che sono permesse dalle cause escavanti, comincerebbero queste ad operare; e tanto più facilmente, quanto che minor forza si ricerca per corrodere la materia deposta, come senza tenacità, che a staccare le parti d' un fondo antico, le quali rare volte saranno prive d'ogni legame colle vicine. E perciò torna lo stesso, o considerare il fiume stabilito per via di sola escavazione, senza alcuna deposizione; o pure per sola deposizione, senza alcuna escavazione, mentre nell'uno, e nell'altro caso, la forza dell'acqua tralascia di escavare, perchè la resistenza della materia, che compone il fondo, unita alla poca declività della di lui linea, la impedisce di ulteriormente operare.

Abbiamo fin ora addotte le cause, che concorrono a stabilire la situazione del fondo; resta ora, per compimento di questo Capitolo, da determinare il principio, dal quale vien regolata la distanza delle di lui parti dal centro della terra; attesochè possono due fiumi avere nel fondo una situazione affatto uniforme, sì nella lunghezza, che nella degradazione delle cadute; ancorchè le parti simili degli alvei dell'uno, e dell'altro, siano diversamente distanti dal centro della terra, come evidentemente dovrebbe succedere, se uno entrasse nel mare, cadendo da una cateratta, chiusa, o sostegno; e l'altro entrasse placidamente, portando la sua superficie ad unirsi insensibilmente a quella del mare. Questo caso assai bene insegna, che l'altezza, o bassezza degli alvei de' fiumi, de' quali sia stabilita la linea cadente de' fondi, unicamente dipende dagli sbocchi, il fondo de' quali dee servire per base a tutta la parte superiore del fiume, disponendo sopra di esso tutte le linee, o declività, che competono a tutte le parti dell' alveo, fino alle fontane, dalle quali tirano l'origine i primi rivi Se però il fiume non avrà il letto seguito, e continuato dal principio al fine, come se sarà interrotto, o da cateratte, o da laghi, paludi, e simili; si debbono considerare queste, come il fine del fiume, ed assumere la parte superiore della cateratta, o la foce dell' emissario, come un nuovo sbocco, sul quale s'appoggi l'intera situazione delle parti superiori. Ma di ciò, più a lungo discorreremo nel Capitolo ottavo; siccome tratteremo più ampiamente della larghezza de' fiumi in altri luoghi, secondo che porterà l' occasione della materia,

CA-

CAPITOLO VI.

Della rettitudine, e tortuosità degli alvei de' Fiumi.

DOpo d'avere indagate, nel Capitolo precedente, le cause radicali delle due principali proprietà de' fiumi, cioè della profondità, o piuttosto della declività, e larghezza degli alvei; pare, che il buon ordine porti a considerare, quali siano le vere cagioni della loro diversa situazione nella superficie terrestre, riscontrandosi in questo particolare molte circostanze, degne d'una particolare avvertenza. Si vede tutto il giorno, da chi considera il corso de' fiumi, che altri di questi si stendono in una linea retta, dal suo principio fino al fine; ed altri, ora s' incurvano, formando angoli assai grandi, ora s' increspano nelle curvità delle corrosioni, ora si raggirano in mille meandri; nel che si dee riconoscere, o un fine particolare della natura, o pure una necessità inevitabile, che obblighi i fiumi a prendere strade diverse, l'uno dall'altro.

S'io considero la natura nella sua semplicità, difficilmente posso darmi a credere, ch'ella affetti altra strada, che di linee rette, poichè corre un assioma comune fra' Fisici, che *la Natura opera sempre per i mezzi, e strade più compendiose*; Quindi è, ch'essendo l'intento della natura di portare per gli alvei de' fiumi le acque di essi al suo termine, cioè al mare, o a' fiumi maggiori; è difficile d'immaginarsi il fine, per lo quale sceglie ella vie oblique, e tortuose per lo corso de' fiumi, duplicando molte volte, e triplicando la lunghezza della strada, che per una sola linea retta, s' avrebbe brevissima. E' dunque necessario il dire, che *l'obbliquità del corso de' fiumi, sia una necessità indotta dalle circostanze, e dall'azioni delle cause parziali, che concorrono alla generazione*, per così dire, *degli alvei*; e che, essendo sommamente difficile il fare, che un moto prodotto, e diretto da più cagioni, seguiti la rettitudine di una linea; necessariamente perciò succeda, che i fiumi prendano strade obblique, e tortuose, secondo la diversità, o delle resistenze, o delle cause, che o s'uniscono, o succedono l'una all'altra nell' operare.

La necessità, che hanno avuta gli uomini d'impedire la voracità de' fiumi, che ingoiano, colla corrosione delle ripe, molte volte le sostanze d'una famiglia, e col mutar corso, ed abbandonando i ponti, sotto i quali avevano l'esito, non rare volte intersecano le strade, ed interrompono la libertà del commercio, oltre mille altri mali dipendenti dall'instabilità de' fiumi medesimi, è stata quella, che ha acuiti gl' ingegni degli architetti di acque a cercarne i rimedj, e ad indagarne le cause; onde è, che niuna altra parte dell'architettura dell'acque, è stata trattata più di questa, parendo forse, che essa non si estendesse, oltre questa materia. Bisogna però confessare, che non si è fin ora fatto molto profitto; o siasi, che troppo moltiplicate siano le cause, che cagionano le corrosioni, e le mutazioni di corso, o che sia troppo difficile il misurare l'energia delle medesime, e il proporzionar loro la resistenza de' ripari, o che sia facile lo sbaglio nella in-

investigazione della vera causa produttrice dell'effetto, che si vorrebbe rimuovere; e perciò, il più delle volte, vanamente si travaglia, ed inutilmente si spende il tempo, ed il danaro, in volere resistere al corso incaminato d'un fiume, anzi molte volte il rimedio è peggiore del male, non essendo rari que' casi, ne' quali un riparo portato via dal fiume, ha tirata seco in un giorno la ruina della ripa, a cui egli era connesso, e la quale, per altro, avrebbe resistito più lungo tempo.

Io non pretendo con ciò di condannare l'uso di difendere le sponde de' fiumi, e molto meno di dar regole di farlo sicuramente. So quanto egli sia difficile, e quanti riguardi, e cautele si richiedano, a chi ne intraprende la pratica. Nè mi è ignoto, che molto insegna l' esperienza, e l' esperienza del fiume, in cui si travaglia, la cognizione del quale rispetto alle proprietà individuali, è affatto necessaria. Non dee però l'esperienza andare scompagnata dal lume, che somministrano le cognizioni teoriche; altrimenti rimarrà ella affatto allo scuro, qualunque volta manchino le circostanze, alle quali resta ella appoggiata. Pretendo bene di porgere qualche lume alla pratica, per altro cieca, degli architetti dell' acque, acciocchè dalla cognizione delle cause, possano condursi più facilmente a quella degl' effetti, e proporzionare a quelle, ed a questi, le loro invenzioni; e ciò senza uscire dal mio instituto, qual'è di rendere palese la Natura de' fiumi, addurre le cagioni degli effetti, che in essi si riscontrano, e di mettere in chiaro le regole osservate dalla natura medesima, nella condotta de' fiumi.

So che il Barattieri, ed il Michelini hanno trattato ampiamente questa materia; e molti sono stati quelli, che hanno proposti de' modi di riparare le ripe, acciocchè in esse non succedano corrosioni; onde io prendendo da' primi ciò, che ho creduto conforme alla verità; ho aggiunto quello di più che mi è venuto in mente sopra questa materia, e che mi è paruto non lontano dal vero. Mi è ben convenuto di separare le cause, l'una dall'altra, considerando ciò, che dall'una, presa sola può derivare, senza unire l'efficienza di più di esse insieme congiunte; poichè (oltre che, avendo destinato di fare altrimenti, mi sarebbe stato necessario d'intraprendere un trattato intiero) ho creduto, che chi avrà ben inteso il modo di operare d' ognuna delle cause addotte, potrà facilmente dedurre ciò, che possano due, o più di esse congiunte. Nè ho mancato di dare di passaggio qualche avvertimento a' pratici, che potrà loro giovare nella construzione, sì de' ripari, che degli argini, i quali si fanno alle sponde de' fiumi tortuosi. Seguitando perciò l'intrapreso metodo, ho distesa tutta la materia in alcune Proposizioni, dalle quali ho dedotti gli opportuni Corollari, ne' quali ho, cred'io, spiegato tutto ciò, che può appartenere al soggetto di questo Capitolo.

PROPOSIZIONE I.

Se un grave sarà posato sopra d' un piano inclinato: lasciato che sia in libertà, discenderà per quella linea, che dal centro del mobile caderà perpendicolare alla comune sezione del piano inclinato col piano orizzontale.

Sia il piano orizzontale I G C H, e l' inclinato E F C D, e la comune sezione di essi sia la linea D C: dico, che se il grave A sarà posato sopra il piano inclinato E F C D, lasciandolo cadere, prenderà esso nel discendere la linea A B, perpendicolare alla D C, posciachè egli è certo, che i gravi tutti prendono nel loro discendere quella strada, per la quale *Fig.22.*

più

più presto possono avvicinarsi al centro; o ch'è lo stesso, per la quale più presto arrivano a toccare il piano orizzontale; ma la linea A B, come perpendicolare alla D C tirata sul piano orizzontale, è più breve della linea A D, e generalmente di tutte, quelle, che dal punto A possono tirarsi alla D C; adunque il grave A descriverà nel suo discendere la linea A B. Il che ec.

Corollario I.

E perchè *l' acqua* anch' essa è un corpo grave; perciò *trovandosi* dell' acqua *in A, senz' altra direzione, che quella, che le può dare la propria gravità, discenderà anch' essa per la linea A B.*

Corollario II.

Similmente: perchè la linea A B è quella, che fa l'angolo maggiore col piano orizzontale (come facilmente si può provare, lasciando cadere dal punto A una perpendicolare al piano orizzontale v. gr. A K, e dal punto A tirando le linee K B, K D, dalla quale construzione farassi l' angolo A B K maggiore di A D K, per essere le due A B, K B minori ad una ad una, delle due A D, D K, e la linea A K comune] ed essendo perciò la linea A B quella, che ha più di caduta in eguale lunghezza; ne segue, che, *dovendo l' acqua discendere per la sola virtù della propria gravità, sceglierà quella linea, per la quale troverà maggiore caduta*, o la quale (che è lo stesso) sarà più inclinata all' orizzonte.

Corollario III.

Non essendo però l'acqua un solo corpo; ma l'aggregato di più corpicciuoli insieme; n'avverrà, che *posta una quantità d' acqua in A, non potrà ogni parte di essa discendere per la linea A B; ma diverse parti sceglieranno diverse linee:* tutte però, per questa ragione, *parallele ad A B.*

Corollario IV.

Essendo però impossibile, che *l' acqua* corra giù per lo piano E C, senza qualche altezza di corpo: bisogna, che tale altezza *in virtù della pressione, spinga lateralmente qualche parte di acqua, quale venga obbligata a prendere una linea obliqua*, v. gr. A D. *Ma*, essendo maggiore la volocità per A B, che per A D, maggiore anco sarà il corso, e lo scarico dell' acqua per essa A B: e in conseguenza *non potrà allargarsi molto il corso di tutta l' acqua, a destra, ed a sinistra della linea A B.*

Corollario V.

Che *se il corso per A B sia fatto con tanta velocità, che basti a disunire, l' una dall' altra, le parti del piano A B, farassi l' escavazione per la linea A B;* e per-

ciò profondandosi l'acqua sotto la superficie del piano E C, *serviranno le sponde di questo scavo, ad impedire l'allargamento dell' acqua;* e perciò discendendo essa per un piano tanto declive, che possa coll' escavazione, formarvi dentro *l'alveo, sarà questo disposto in una linea retta, che abbia la caduta maggiore di quella, che possano avere tutte l'altre linee tirate da quel punto sopra del piano medesimo.* Lo stesso succederà, se non essendo il piano tanto declive, che possa essere escavato, l'acqua sia torbida, e possano farsi delle alluvioni; perchè in tal caso, *la materia terrea si deporrà lateralmente alla linea A B, ed alzandosi le sponde, succederanno gli effetti medesimi dell' alveo scavato.*

Queste dimostrazioni però suppongono, che la materia, della quale è composto il piano, sia omogenea, almeno nella resistenza delle parti all' essere staccate; altrimenti potranno succedere delle alterazioni, come si dirà più abbasso.

PROPOSIZIONE II.

Se un grave sarà gettato sopra un piano declive con qualche direzione obliqua, descriverà esso sopra del medesimo piano una linea curva, sin tanto che la forza, che lo spinge per detta direzione, li si tolga dalle resistenze di esso piano; indi discenderà per la linea retta, di cui si è parlato nella prima Proposizione.

Prima d'accingermi alla dimostrazione di questa Proposizione, devo avvertire in primo luogo, ch' Io *non parlo di piani mattematici, ma di piani fisici,* e conseguentemente ineguali (come, parlando di acque, sarebbe un piano di terreno) ne' quali perciò si possono intendere delle resistenze, che impediscano la velocità del mobile, e finalmente l'estinguono: ed in secondo luogo si dee pure intendere, che *la natura del moto attuale, o di traslazione, è di tal sorta, che non si può concepire senza intendere il mobile con qualche direzione,* cioè senza intendere, che sia trasportato verso qualche parte, *e con qualche velocità*, mediante la quale sia valevole a scorrere un dato spazio in un dato tempo.

Per quello, che s' aspetta alle *direzioni*, queste *o sono semplici, o sono composte: semplici direzioni si chiamano quelle, che si esercitano per linee rette;* come sono comunemente, quelle delle cadute de' gravi: e queste sono prodotte da una, o da più forze operanti per la retta medesima. Questo si può intendere in due maniere, o perchè veramente operando da se ognuna delle forze spinga il mobile per detta linea; o perchè, operando le forze separate per linee diverse; quando poi si congiungono, uniscano la propria forza in una terza linea retta, nella quale si trovi eguale obbedienza all' una, ed all' altra delle direzioni delle potenze motrici; ciò però non ostante, si chiamano semplici direzioni; perchè, quantunque le forze siano diverse, e diversamente operanti: nulladimeno possono equivalere ad una terza forza eguale di energia a quella; che si esercita nel mobile.

Direzioni composte si chiamano poi quelle, che sono prodotte da diverse potenze operanti per diverse direzioni semplici; ma non con moti equabili; e perciò queste vanno a terminare i loro effetti in linee curve, come sono le circolari, lecllittiche, le paraboliche ec. Ma perchè il moto prodotto dalle semplici potenze, e di sua natura uniforme, ed equabile, e per conseguenza, non impedito, continuerebbesi eternamente, e colla direzione di prima; perciò *non si può intendere, che una direzione si muti, se non incontri qualche impedimento, o non s' aggiunga, di tempo in tempo, nuova forza al mobile.*

Fig. 23. Supposto per esempio, che il mobile A sia trasportato di moto equabile per

per la linea A B, continuerà egli a muoversi per essa indefinitamente; ma se arrivato in B, troverà il resistente C D, che lo impedisca di portarsi più avanti per detta linea, ma non gli levi alcuna parte della forza intrinseca, che l'obbliga a muoversi; cambierà esso direzione in B E: ma non muterà velocità, e saranno gli angoli C B A, E B D eguali: questo adunque è il primo caso, nel quale si muta la direzione di un mobile.

Ne moti composti poi, se ambedue i moti componenti siano equabili, come A B, F B, benchè diversamente veloci; e se l'uno, e l'altro di essi spinga il mobile B, non prenderà esso la direzione B E, nè la B D; ma un altra terza B C, che sarà il diametro di un paralellogrammo, i cui lati B D, B E siano le linee continuate de' moti componenti, ed abbiano la proporzione delle velocità F B, A B. Che se i moti non fossero equabili ambedue, ma o uno uniforme, e l'altro ritardato, o accelerato: o pure l'uno accelerato, l'altro ritardato; o tutti e due accelerati, o ritardati, ma difformemente; non potrà il mobile scorrere per una linea retta, ma dovrà descrivere col suo centro dell'impeto una curva, nella quale perchè ad ogni momento si muta direzione; perciò si dee questa intendere in ogni punto di essa curva di tal maniera, come se il mobile fosse nella linea tangente, che passa per lo punto medesimo; qual tangente sarà la linea di direzione del mobile. E quindi nascono molti casi, ne' quali i mobili sono sforzati a mutare direzioni, o in una maniera, o in un altra, secondo la proporzione, che hanno fra loro le potenze moventi, ec.

Fig. 24.

Quello, che più importa si è di esaminare, da qual principio siano derivate le prime direzioni del mobile. Io considero dunque, che *qualunque forza agente non solo imprime nel mobile quella quantità di moto, o di impeto, che la porta da un luogo all' altro; ma in oltre lo determina a muoversi per una linea determinata*. Questa forza agente, o è la prima causa del moto, e rispetto a questa, non si può assegnare altra cagione della direzione del mobile, che il di lei libero arbitrio, essendo stato in piena libertà del Sommo Creatore il far muovere le materie da esso create per quelle linee, che più gli sono piaciute: ovvero per forza agente s'intende una causa seconda, o occasionale della comunicazione de' moti: e da essa succedono le direzioni, secondo certe leggi particolari. Poichè egli è certo, che non mai si muoverà un corpo, se ad esso non sarà comunicata una certa potenza, da un altro corpo, o attualmente mosso, o in conato al moto. Se il corpo movente sarà altresì necessariamente con qualche direzione: e perciò la regola è, Che se *la linea retta tirata dal punto della percossa, o della communicazione de' moti, al centro dell' impeto, o di gravità del mobile, sarà in dirittura della direzione del movente; seguiterà il mobile la medesima direzione del movente; ma, se queste due linee faranno angolo fra loro, la direzione del mobile seguiterà quella linea che connette il punto della percossa, col centro di gravità del mobile*, e lascierà la direzione del movente.

Similmente ne' conati, poichè anche questi hanno sempre qualche determinazione, s' ella sarà una sola; è necessario, che il mobile obbedisca alla medesima, nella maniera, che si è detta di sopra; e perciò, secondo l'applicazione di esso alla forza energetica, talora prenderà la medesima direzione del conato, e talora un altra, che sia obliqua alla predetta: e generalmente, *s'appiglierà a quella, che è insegnata dalla linea tirata dal punto dell' applicazione, al centro di gravità del mobile*. E finalmente, *se le direzioni del conato saranno diverse in una medesima parte*, come se saranno fatte in essa da altrettante direzioni determinate [che possono equivalere in un certo modo ad un conato, o indeterminato nelle direzioni, o piuttosto determinato

V 2 ad

ad ognuna di esse, come succede ne' corpi fluidi a causa della propria pressione, e ne' corpi elastici per ragione della loro forza espansiva) *allora la determinazione delle direzioni nel mobile, si dee tutta al difetto delle resistenze;* e ciò [per non uscire dalla materia, della quale trattiamo] manifestamente apparisce *ne' vasi pieni d' acqua*, ne' quali, da pertutto, ove s' aprono fori, *sboccano le acque colla direzione de' fori* medesimi, che sono quelli, che danno la forma dell' applicazione del mobile al conato del movente.

Passando dalla direzione alla velocità del mobile, è d' avvertirsi, esser questa un effetto cagionato dalla forza comunicata, o impressa dal movente, ed attemperata dalla copia della materia del mobile; poichè la medesima forza movente farà muovere più velocemente un picciolo corpo, che un grande, mancando nell' intensione, quanto si perde nell' estensione. Può dunque essere, che la velocità del mobile, o per difetto di forza, o per troppa abbondanza di materia, sia così picciola, che, in ogni tempo sensibile, venga comunicata tutta la forza alle resistenze; e che perciò, perdendola il mobile esiga il fomento di nuova potenza per continuare a muoversi, come si vede nelle carrozze, le quali d' ordinario, se non sono tirate da' cavalli, si fermano; e questa maniera di muoversi, si chiama *Moto per impulso* Ma essendo la velocità del mobile assai grande, e tale, che non possa tutta ad un tratto essere assorbita, per così dire, dalle resistenze, si continuerà bensì il moto, ma non con la primiera velocità; la quale perciò sempre scemandosi, permetterà finalmente, che il mobile, perduta che abbia affatto la forza, si riduca alla quiete, come succede nelle palle d' artiglieria, le quali, anche lontane dalla forza del fuoco impellente, continuano a portarsi avanti con grande velocità: e questa continuazione di moto, senza l' aiuto di nuova forza, si chiama *fatta da un impeto impresso*, o pure *Moto di proiezione*. Ciò supposto, è manifesto, che i corpi, che si muovono per impulso, mantengono, quanto a loro, la direzione dell' impellente, quale sempre è necessario, per così dire, che stia loro alle spalle, per ispingerli avanti. Ma i corpi mossi per impeto, seguitano, almeno sul principio, quella direzione, che loro vien data dal movente; per altro poi nel progresso, sono pronti a mutarla, se o altre forze con altre direzioni, o le resistenze incontrate li obbligano a prenderne d' altra sorte.

Io mi sono esteso su questo particolare delle velocità, direzioni ec. de' mobili, più di quello era necessario per la dimostrazione della Proposizione di sopra enunciata: ma ciò non sarà stato affatto fuori di proposito; posciachè la materia di questo Capitolo addimanda, di quando in quando, molte delle notizie, che in questa occasione abbiamo apportate.

Fig. 25. Sia dunque il piano inclinato A B D C, sopra il quale scorra un grave E, portato dal proprio impeto per la direzione E F, e supponiamo, che la lunghezza della strada E F, sia quella, che basta a trovare tante resistenze, che possano distruggere l' impeto di esso: dico, che il grave E, supposta la direzione obliqua E F, descriverà una linea curva, v. gr. E G, uguale alla retta E F, ed arrivato in G, discenderà rettamente per la G H, perpendicolare alla C D, che si suppone la commune sezione del piano inclinato A D con un piano orizzontale.

Posciachè, essendo E spinto per la linea E F dal proprio impeto (il quale, abbenchè di sua natura sia atto a fare un moto equabile; nulladimeno a cagione delle resistenze del piano, converrà sia ritardato) ed essendo, che nell' istesso tempo, che il mobile tende verso F, la propria gravità lo porta con moto accelerato, verso la linea C D, per quello si è dimostrato nella Proposizione antecedente; perciò combinandosi un moto ritardato, ed

uno

uno accelerato nel medeſimo mobile E, converrà ch' eſſo deſcriva una linea curva, per la quale vada ſempre accoſtandoſi al punto F, e nello ſteſſo tempo ancora alla linea C D; e queſta ſarà, v. gr. la curva E G, la cui natura dipende dal modo, o proporzione del ritardamento, ſecondo la direzione E F e dell' acceleramento, ſecondo la direzione G H. E perchè ſi è ſuppoſto, che la lunghezza del viaggio E F ſia quella, che baſti per fare incontrare al mobile tante reſiſtenze, che ſiano ſufficienti ad aſſorbire tutto l' impeto di eſſo; allora parimente ſarà ceſſato l' impeto nel mobile G, quando egli avrà fatto per E G tanta ſtrada, che gli abbia ſomminiſtrate tante reſiſtenze, quante ne averebbe avute per E F; cioè, quando E G ſarà eguale ad E F; adunque arrivato il mobile in G ſarà diſtrutto in eſſo ogni impeto precedente; e per conſeguenza ogni direzione verſo F: reſtando perciò il grave, privo d' ogni altra direzione, fuor di quella della propria gravità, diſcenderà per la linea G H. Il che ec.

Corollario I.

Quanto maggiore ſarà l' impeto del mobile, e quanto minori ſaranno le reſiſtenze del piano, e parimente quanto minore ſarà la di lui inclinazione all' orizzonte; tanto più lunga ſarà la linea curva E G, ma minore ſarà la curvità di eſſa, ed al contrario. Il Galileo preſcindendo da ogni ſorta di reſiſtenze, ha dimoſtrato, che tale curva ſarà una linea parabolica; ma in caſo di reſiſtenze conſiderabili, grande ancora ſarà la differenza da eſſa.

Corollario II.

L' acqua anch' eſſa, (che non meno d' un grave ſolido, ſi può muovere per impeto impreſſo, ed accelera i ſuoi moti, diſcendendo verſo il centro de' gravi) *ſe entrerà a ſcorrere ſopra d' un piano con qualche direzione, ed impeto*, come ſe dopo aver corſo fra le montagne, sboccaſſe dalle foci di queſte in una pianura, nella quale non trovaſſe alveo alcuno, *farà l' effetto medeſimo, deſcrivendo una linea curva col ſuo moto*. Ben è vero, che per le ragioni dette di ſopra al *Corollario IV. della Propoſizione antecedente*, ſi farà qualche ſpargimento d' acqua laterale, tanto dalla parte ſuperiore, che dall' inferiore, e queſta volteraſſi per linee oblique di maggiore curvità, che finalmente termineranno in linee rette perpendicolari alla retta C D; ma l' acqua ſparſa dalla parte ſuperiore della linea E G, converrà, che ricadendo verſo di eſſa, ſeguiti il di lei corſo, ed al più, faccia col ſuo peſo in maniera, che la curvità E G ſi renda maggiore.

Corollario III.

E quando la velocità, della quale è dotata l' acqua corrente per la linea E G *ſia baſtante ad eſcavare il piano A D, tale eſcavazione ſi farà per detta curva E G*; e parimente, *quando l' acqua ſia torbida, e la di lei forza non baſtante per fare eſcavazioni; ſi formerà eſſa l' alveo d' alluvioni per la linea predetta, ed a miſura che ſi anderanno alzando le ripe, s' impediranno dall' altezza di queſte, l' eſpanſioni laterali dell' acqua*. Ben è vero; che in queſto caſo, le ripe non ſi alzeranno egualmente, ma più ſi eleverà, in egual tempo, quella che ri-

sguarda la parte più alta del piano, e meno la contrapposta; la quale, giunta che sia ad una determinata altezza, può succedere, che non s' alzi di vantaggio, per essere la di lei declività acquistata verso la parte C D, giunta a tal segno, che non permetta deposizione alcuna di torbida.

Corollario IV.

Siccome, portandosi *l'acqua* da E verso G, va perdendo l'impeto, e conseguentemente la velocità; così *è necessario, che procedendo da E verso G, si vada sempre allargando, e minori succedano l'escavazioni*, ma per lo contrario, impedendo le sponde dell' alveo formato, l'espansione dell' acqua, rendesi essa più vigorosa, sì per non avere più tante resistenze da superare, come prima; sì perchè l'altezza del corpo di essa può sottentrare a dar fomento all' impeto perduto; e perciò, a misura che maggiore succederà l' incassamento del fiume dalla parte di E, ne seguirà sempre maggiormente la formazione dell' alveo nelle parti più lontane verso G.

Corollario V.

E perchè la forza dell' altezza dell' acqua, ch' è un conato esercitato per tutte le direzioni, viene ad essere determinata, dal difetto delle resistenze, ad una direzione parallela all' andamento delle sponde; quindi è, che *l' escavazione dell' alveo non solo contribuirà a formare più presto il letto al fiume verso G; ma sarà cagione, che sboccando da G l' acqua con una certa direzione, e con un impeto determinato*, non possa essa scorrere per la linea G H; ma la curvità si prolunghi più avanti, v. gr. fino in L, accostandosi però, sempre più, al parallelismo di G H, dopo di che finalmente si ridurrà a formarsi l' alveo parallelo a G H; e ciò s' intende sempre, supposta l' uniformità della materia del piano A D.

Corollarrio VI.

E perciò è manifesto, che nell' *uno; e nell' altro caso delle due Proposizioni dimostrate, l' acqua, quanto è in se, ha propensione di scorrere per alvei retti, ed il più che sia possibile, declivi*.

PROPOSIZIONE III.

Se sarà una sezione di un fiume retto, per lo quale, cioè, siano le direzioni di tutte le parti dell' acqua corrente perpendicolari al piano della sezione medesima: se il fiume sarà stabilito di fondo, e di sponde, non potranno queste essere corrose dall' acqua, quando sia eguale da per tutto, la resistenza della materia, che compone detta sezione.

Questa Proposizione è manifesta; poichè essendo, per lo supposto, le direzioni dell' acqua perpendicolari al piano della sezione, e per conseguenza parallele alle sponde; non potrà mai l' acqua andare a battere le sponde, nè rettamente, nè obliquamente; e perciò a causa dell' impeto non le altererà: ed essendo il fondo stabilito, non potrà esso, nè deprimersi, nè eievar-

varsi; e per conseguenza non potrà ristringersi la sezione, nè le sponde potranno allontanarsi l'una dall'altra; e perciò per tal cagione non potranno restar corrose: similmente, supponendosi la resistenza delle ripe equilibrata colla forza delle piene massime, avranno esse potere di conservarsi contro la medesima, e contro ogn'altra minore. E finalmente, essendo la resistenza dell'alveo eguale per tutto, non vi è ragione alcuna, per la quale l'acqua debba corrodere più una sponda, che l'altra; non potranno esse dunque essere corrose dall'acqua. Il che ec.

Corollario.

Di quì ne nasce, che *i fiumi, i quali hanno gli alvei in linee rette, non possono farsi tortuosi, che per cagioni accidentali*, delle quali parleremo più abbasso.

PROPOSIZIONE IV.

Se la sezione di un fiume retto sia stabilita, tanto in larghezza, quanto in profondità, e la figura di essa sia quella di un paralellogrammo rettangolo, sì che le sponde della medesima siano perpendicolari all'orizzonte; non sarà mai essa alterata dal corso dell'acqua, quando questa sia chiara; ma se la medesima sarà torbida, o porterà sasso, sarà altresì necessario, che le sponde si corrodano, e che nella sezione si faccia il fondo inclinato, dalle sponde verso il mezzo di essa.

Suppongasi, per escavazione manufatta, formato un alveo retto, il cui fondo sia un piano così declive, che non possa essere alterato, nè scavato dalla forza dell'acqua corrente per esso; e siano le di lui sponde perpendicolari all'orizzonte, e di tal materia, che possano reggersi in detta situazione, non ostante la forza dell'acqua corrente per detto alveo, ma niente più, e sia detta sezione il rettangolo B D F C: dico in primo luogo, che, se per essa correrà acqua chiara, non si altererà di sorte alcuna. Suppongasi, che B C sia la superficie dell'acqua, il cui mezzo sia A, e similmente sia il fondo della sezione D F orizzontale, ed il di lei mezzo E (che supponiamo stabilito, nel senso del precedente Capitolo) e diasi, che la materia, della quale è fatto l'alveo, sia uniforme, ed uniformemente resistente. Introdotto dunque a correre un corpo d'acqua in questa sezione coll'altezza E A, non l'altererà di sorte alcuna; perchè non potendo profondarsi a cagione di supporsi stabilito il fondo D F, nè elevarsi per mancanza di materia, essendo l'acqua chiara; ne segue, che in tale stato durerà sempre. Similmente, perchè le sponde B D, C F si suppongono di tal materia, da potersi sostenere sul taglio perpendicolare in proporzione della forza, che le rade, ed essendo la larghezza D F stabilita, non potranno mutare situazione, nè essere corrose; adunque la sezione B D F C non potrà essere alterata di sorte alcuna. *Fig. 26.*

Dico in secondo luogo, che, se l'acqua corrente sarà torbida, sarà necessario, che il fondo della sezione s'abbassi nel mezzo, s'elevi nelle parti laterali, e nelle parti superiori s'allarghi. Posciachè, supponendosi, che la forza dell'acqua sia tale, da mantenere il fondo E colla forza del filone; scostandosi questo da E verso F, perderà di forza per l'avvicinamento alla ripa C F; e conseguentemente non potrà mantenersi il fondo scavato alla profondità di E; E perchè in E la forza dell'acqua è precisamente tan-

ta, quanto basta per impedire le deposizioni della materia terrea, non potrà essere sufficiente a farlo, per esempio, in H, e molto meno in F; adunque fra E, ed F si deporrà della materia, e tanto più se ne deporrà, quanto più impedita sarà la velocità dell'acqua; cioè, quanto più il sito sarà vicino alla sponda C F; ma ciò facendosi, è evidente, che la sezione B D F C si renderà minore; e per conseguenza converrà, che la superficie dell' acqua si elevi; e ciò seguendo, o accresceransi la velocità dell'acqua in E, o almeno il peso, il quale colla forza della velocità potrà corrodere il fondo, v. gr. da E sino in K, adunque la sezione si profonderà; posto adunque il maggior fondo in K, col medesimo discorso si proverà, che le deposizioni dovranno elevare il fondo verso la ripa, come K H. E perchè l' alzamento della superficie dell'acqua, accresce velocità proporzionalmente in tutte le parti di essa: non potrà la ripa C F. (la cui resistenza si suppone equilibrata con una forza minore) resistere ad una maggiore; e per conseguenza dirupperà, ed allargherà la sezione, v. gr. da C in G, formando la sponda G H di tal declività, che basti a resistere al corso accresciuto dell'acqua. Il che ec.

Corollario I.

Di qui è manifesto, che essendo uniformi le condizioni della sezione dall' una parte, e dall'altra, sarà la figura del fondo, e della ripa di essa dalla parte opposta B D, eguale in tutto, e per tutto alla K H G.

Corollario II.

E perciò le sezioni naturali de' fiumi retti avranno il fondo più grande nel mezzo, che da' lati; disposto perciò, o in due linee, che formino angolo insieme nel mezzo della sezione; o pure in una linea curva, il cui vertice sia nel mezzo dell'alveo. Ma le sponde saranno disposte, per lo più, in una linea retta, che faccia angolo coll' andamento del fondo della sezione.

Corollario III.

Lo stesso succederà in un fiume, che porti acqua chiara, purchè esso siasi escavato l'alveo colla forza del proprio corso; essendo che tanta a un dipresso, o poco maggiore, è la forza, che si richiede per fare dell' escavazioni, quanto quella, che è necessaria per impedire le deposizioni.

Corollario IV.

Dalla predetta dimostrazione resta pure evidente, che ne' fiumi retti, siccome il maggior fondo, così la maggior velocità è nel mezzo dell'alveo, e per conseguenza ivi è il maggior corso, o il filone dell'acqua.

Corollario V.

Supponendosi, che in tutte le sezioni di un fiume diritto, sia uniforme la resistenza della materia, della quale è composto l'alveo, e parimente, che per tutto sia uniforme il modo dell' introduzione dell' acqua corrente nell' altre sezioni; non potrà il fiume, se non per cause accidentali, lasciare la primiera dirittura.

PROPOSIZIONE V.

Se l'alveo di un fiume retto sarà composto di materia, la quale disegualmente resista al corso dell' acqua; ivi maggiormente si escaverà il fondo, dove sarà materia meno resistente; e si eleverà, dove la materia sarà più tenace.

Sia la sezione del fiume retto A C D E B, che supponiamo in prima, sia di un fiume, che abbia l'alveo composto di materia poco uniforme; e perciò supponiamo, che la parte C D sia di materia poco resistente, e la D E di materia molto resistente; dico, che la parte del fondo C D si profonderà, e la D E si eleverà. *Fig. 27.*

Posciachè: o sia l'alveo fatto per escavazione, o per deposizione, supponendo, che eguale sia la forza dell'acqua tanto in C D, che in D E, e che in C D sia minore la resistenza del fondo, se la forza agente sopra D E è quella, che precisamente impedisce le deposizioni, e la resistenza di D E quella, che impedisce le escavazioni; non potrà il fondo D C resistere al profondamento, addimandando minore declività per ostare alla separazione delle parti del terreno; Supponiamo adunque, che l'escavazione siasi fatta sino in F D, essendo adunque in F D accresciuta l'altezza dell' acqua v. gr. C F, ivi correrà con maggior velocità di prima, e renderassi più potente a maggiormente scavare; Ma quanto cresce la velocità dell' acqua in G F, tanto scema in H I, anche per essersi accresciuta la sezione, di quanto importa la figura C F D; adunqne, se la velocità primiera in I era precisamente, quanto bastava per impedire le deposizioni, scemata che sia, non sarà più sufficiente ad impedirle, e per conseguenza facendolene ivi, s'alzerà il fondo D E v. gr. in D K, fino a formare la pendenza, che s' uguagli colla velocità H M; adunque il fondo C D si abbasserà, ed il fondo D E si eleverà, se la resistenza di essi sarà diseguale. Il che ec.

Corollario I.

Perchè, adunque, *la velocità dell'acqua è maggiore verso la ripa A C di quello, sia verso la ripa E B, converrà, che la resistenza della ripa A C ceda alla forza dell' acqua, e restando corrosa s' allontani da esso;* ed al contrario *la ripa B E restando più lontana dal maggior corso del fiume;* e per conseguenza ritardata la velocità dell' acqua, *vicino ad essa si faranno delle deposizioni, e la ripa B E s' accosterà più verso il mezzo del fiume, perdendo l' alveo in questa parte la primiera rettitudine.*

Corollario II.

Anzi, se la poca resistenza del fondo D C sia tale, che permetta l'escavazione al pari, o più bassa del fondo D, *mezzo dell'alveo; lascierà il filone il sito D, e porterassi verso F; il che tanto maggiormente contribuirà alla corrosione della ripa A C, alla formazione della spiaggia D K, ed all'avanzamento della ripa B K verso D, mezzo dell'alveo.*

PROPOSIZIONE VI.

Se un mobile sarà posto senz' alcuna direzione sopra d' una superficie inclinata, nella quale siano delle concavità continuate sino al fine di essa, le quali sempre s' avvicinino al centro de' gravi; o pure alla linea, che è la commune sezione del piano orizzontale coll' inclinato; discenderà il mobile per esse concavità, purchè l' inclinazione sia tanta, che basti a farli superare le resistenze, che sia per incontrare.

Sia il piano F G inclinato, il cui lato G H sia la commune sezione di esso col piano orizzontale, e sia una concavità, o canale A B C D E più basso della superficie del piano F G, e sia tale seguitamente, ed in modo, che da A in E sempre più s' avvicini alla linea H G: Dico, che un grave posto in A senza veruna direzione, discenderà per A B C D E, purchè l'inclinazione della linea A B C D E sia sufficiente, acciò il grave possa discendere per essa. Posciachè, essendo, per lo supposto, l' inclinazione di A B C D E tale, che il grave in essa non possa sostenersi, ma non ostante le resistenze, debba discendere; certo è, che il mobile A discenderà da A in B per A B, essendo la linea A B [che si può prendere sensibilmente per una retta] inclinata all'orizzontale H G. Per l'istessa ragione, essendo B C inclinata all' orizzontale, potrà il mobile A, giunto che sia in B, discendere per B C ec. e così dal restante; adunque il mobile A discenderà per A B C D E. Il che ec.

Fig. 28.

In questo caso la celerità acquistata dal mobile per le discese A B, B C ec. e la disposizione delle sponde, che formano la concavità del sito A B C ec. possono fare diversi effetti; perchè può essere tanta la velocità acquistata nella discesa da A in B, che possa fare ribalzare il mobile, più alto di quello sia la sponda in B, la situazione della quale può, o permettere, o impedire il risalto di A sopra B, secondo che la linea di essa sponda fa l'angolo, o retto, o ottuso colla direzione A B, posciachè, se l angolo sarà retto, la sponda impedirà il ribalzo; ma, se sarà ottuso, il mobile per la velocità acquistata riascenderà per la sponda opposta in B; ed avendo egli tanto impeto da potere sormontare la sommità di essa, non continuerà per B C, ma prenderà altra strada. Ma supponendosi nella Proposizione, che l'inclinazione di A B C D E sia tale, che basti per fare superare al mobile le resistenze; e non tale da accelerare il mobile considerabilmente, perciò o mancando la forza dell' impeto in B, o mutata la di lui direzione dall'ostacolo in B, sarà il mobile in B, o senza alcuna direzione; e perciò prenderà quella, che gl'insegnerà il difetto delle resistenze, cioè verso B C; o se pure si troverà con qualche direzione, sarà questa rivoltata dalla resistenza della sponda in B, lungo l' andamento della concavità B C, e perciò descriverà il mobile la linea A B C ec.

Corollario I.

Lo ſteſſo, e più eſattamente, ſi dee intendere dell' acqua, la quale, mercè della fluidità, è più facile a muoverſi, ed a rivoltarſi in qualſiſia direzione, ed a cagione della ſua gravità, è prontiſſima a ſcegliere quelle ſtrade, per le quali può ſcorrere più brevemente verſo il centro de' gravi; e perciò, *eſſendo in A dell' acqua ſenza altra direzione, che quella, che le ſuggeriſce lo sforzo della gravità, neceſſariamente dovrà diſcendere, anch' eſſa per la concavità ſeguita A B C D E.* Vero è, che *eſſendoſi in B accelerata di moto* (il che le è più facile, che ſe foſſe un corpo ſolido) *ſe troverà, diſceſa che ſia per A B, la ſponda oppoſta inclinata alla verticale D B, ſecondo la miſura dell' angolo D B M, potrà ſcorrere qualche poco all' in ſu ſopra B M; ma, ſe l' acceleramento non ſarà tale da fare ribalzare l' acqua ſino alla ſommità della ſponda M, ſarà neceſſario, ch' ella torni a diſcendere, per eſempio, per M B C, e perciò ritornata in B, ſeguiti il corſo della concavità B C ec.*

Fig. 29.

Corollario II.

Se tale ſarà la velocità per A B, che, paragonata all' inclinazione di A B, ed alla reſiſtenza della materia, *poſſa eſcavare formeraſſi l' alveo al corſo dell' acqua per la tortuoſità predetta, e la concavità ſi farà maggiore.* Vero è, che, *ſe le ſponde ſaranno compoſte di materia, che poſſa eſſere corroſa, non ſi ſtabilirà l' alveo, preciſamente ſecondo il tipo della concavità A B C D E, ma ſolo a un dipreſſo;* potendoſi, per la troppa ſtrettezza delle tortuoſità, formare delle corroſioni ne' concavi, e delle alluvioni ne' conveſſi di eſſe, come ſi dirà a ſuo luogo.

Fig. 28.

Corollario III.

Queſta è la ragione, per la quale *le rotte de' fiumi,* ſul principio, *ed in tempo, che le acque hanno dell' impeto, ſeguitano per qualche ſpazio, la direzione di eſſo; ma, eſtinto ch' egli ſia, cominciano a correre ne' luoghi più baſſi, e trovando qualche concavità ſeguita, prendono il corſo per eſſa,* facendo alluvioni ne' luoghi, ne' quali l' acqua torbida perde il moto, ed eſcavando in quelli, ne' quali conſerva, o acquiſta tanta velocità, che baſti a portar via la Terra.

Corollario IV.

E ſiccome, laſciando correre una rotta di fiume, comincia eſſa ſubito, [parte colle eſcavazioni, parte colle alluvioni, ſecondo la diſpoſizione diverſa del piano, per lo quale ſcorre] ad operare, per formarſi l' alveo: così, *ſe un fiume, uſcendo dalle montagne entrerà in una pianura per la quale ſia obbligato a prender corſo,* per portarſi al mare, ed in eſſa, *vicino allo sbocco, ſi trovi qualche cavità continuata, che poſſa,* almeno in parte, *ſervirli d' alveo; ſeguiterà eſſo per quella il ſuo corſo; ma ſe la medeſima concavità non ſarà continuata, dopo riempitala di acqua, trasfonderà quella, che ſopravverrà, per la*

cam-

campagna, allagando all'intorno, fino a trovarne un altra; e così seguitamente, *fin tanto che ne trovi una, che abbia esito:* o non trovandone di sorte alcuna, o non a misura del bisogno, copriraffi d'acqua tutta la pianura, al termine della quale, o troveraffi qualche insigne declività (e per essa scorrendo l'acqua, formeraffi l'alveo, per escavazione, nella maniera detta nella prima Proposizione) o pure incamminandosi l'acque verso quella parte, dove troveranno lo sfogo, abbandoneranno negli altri luoghi, la campagna allagata; e (proporzionato che sia l'alveo, in qualche maniera, all'acqua corrente) resterà quella affatto asciutta. In questo caso la rettitudine, o tortuosità dell'alveo si dee a' supposti della prima, seconda, e sesta Proposizione; cioè alla diversa caduta della campagna verso la parte dello sfogo, all'impeto precedentemente concepito con qualche determinata direzione, ed alle concavità continuate della campagna: condizioni, che possono avervi parte, ora unite, ora separate, di maniera che non se ne può dare regola veruna. Che se al termine della campagna si trovasse l'acqua del mare, o d'un lago, sarebbe necessario, che ivi si formasse una palude, o laguna. E finalmente, se la campagna fosse tutta chiusa all'intorno, di maniera che l'acqua, per uscirne, dovesse elevarsi considerabilmente di superficie, dovrebbe in tal caso formarsi un lago, il quale avesse l'emissario in un sito, il più basso di tutti quelli, che circondano de ta pianura; e quindi uscirebbe l'acqua del fiume, se pure per meati sotterranei, non trovasse luogo all'uscita, prima di elevarsi all'altezza necessaria; o pure, se non cessasse l'influsso di quella copia d'acqua, che si richiede a riempire tutta la concavità.

PROPOSIZIONE VII.

Se un fiume, ò retto, o tortuoso, che corra con insigne velocità, incontrerà un resistente; perderà l'acqua qualche grado della velocità primiera, ed elevandosi, si formerà un conato, atto a spingere il corso del fiume dalla parte opposta del resistente.

Nella antedetta Proposizione abbiamo supposto, che l'acqua corrente non abbia alcuna direzione, nè impeto veruno, differente da quello, che è proprio della gravità; ma in questa noi supponiamo, che l'acqua corrente abbia acquistato qualche impeto, e direzione, che possa spingerla per qualche linea diversa da quella, che prenderebbe l'acqua senza di essa; ed in ciò si comprendono due casi, che giornalmente s'osservano ne' fiumi; poichè alcuni di questi sono così languidi di moto, che senza dare quasi niuno tormento alle ripe, seguitano quella strada, che loro è mostrata dall'escavazione dell'alveo, come sono le acque che corrono con poca caduta, e poca altezza di corpo, che è il caso della Proposizione antecedente; ed altri corrono con tant'impeto, che incontrando un resistente, fanno molto sforzo per superarlo, ed abbatterlo, come sono i fiumi, che hanno, o gran caduta, o grande altezza viva di acqua; e questo è il caso della Proposizione presente.

*Fig.*30. Sia dunque l'alveo A B C D quello di un fiume di tal natura, che corra da A verso B, con impeto, e direzione parallela alle sponde A B C D, ed arrivato in B, incontri il resistente B E: dico, che l'acqua in B E si eleverà, e spingerà il corso del fiume verso O, ovvero M, ec.

Poichè, essendo il resistente B E capace di ricevere in se, e comunicare a' corpi vicini qualche parte dell'impeto dell'acqua corrente da A in B; egli

B; egli è certo, che incontrandosi il fiume colle direzioni A B, G H, I E, nel resistente B E, quanto di impeto comunicherà a questo, tanto ne perderà esso: rallentata perciò la velocità dell'acqua, converrà, che passi con minore velocità, e sopravvenendone dell'altra, che si elevi. Supponghasi adunque, che l'altezza del resistente B E, sia B F, e che l'altezza dell'acqua non impedita fosse per essere B P, e dell'impedita B F; e perchè l'altezza F B produce in B, maggiore velocità, accrescendosi F B, si riparerà la velocità perduta in B; ma essendo la velocità nata dall'altezza dell'acqua, figlia di un conato, che può produrre le direzioni verso tutte le parti, e le produce verso quella, nella quale sono minori le resistenze: e perciò l'altezza B F, rivolterà il fiume, verso quella parte, alla quale mancheranno le resistenze, cioè lo scosterà dal resistente B E v. gr. verso O, M. Ma quì restano da considerarsi due cose; la prima si è, che si suppone, per virtù del resistente B E levata una parte dell'impeto, ma non tutto; perciò l'acqua portata per la direzione A B, sarà ribattuta per la B O, la cui direzione sia tale, che faccia l'angolo di riflessione prossimamente eguale a quello dell'incidenza: e similmente l'acqua portata per G H sarà rivoltata in H M, ec. Il secondo punto, al quale si dee riflettere, è, che quando le direzioni A B, G H, I E ec. non s' impediscono l' una l' altra, veramente sono parallele; ma quando la direzione, v. gr. A B è rivoltata in B O, allora B O viene impedita dalle altre direzioni G H, I E, ec. quindi è, che l'acqua B ribattuta per B O, arrivata che sia in R, troverà un altra forza, e direzione G R, dalla quale sarà spinta; e perciò dovrà abbandonare la linea R O, e volgersi per un altra, che sia diametro di un parallelogrammo, i cui lati abbiano la proporzione delle forze, o degl' impeti G R, B R, come si è spiegato alla Proposizione seconda. Supponiamo dunque, che la proporzione delle forze B R, G R, sia quella di R S ad R H; adunque l'acqua, ch'è nel punto R, si volterà per la linea R T; e di nuovo arrivata in T, perchè ivi si combinerà colla direzione S T, non potrà seguitare la R T, o la S T; ma dovrà portarsi per un altra, che stia di mezzo fra le medesime; e perciò considerando le combinazioni, che si fanno d'una linea riflessa con tutte le direzioni parallele G R, I E ec. non potrà farsi la riflessione da B in O: ma per la strada v. gr. B R T ec. di nuovo si porterà verso il resistente B E. Se però si metteranno a conto tutte le riflessioni fatte da' punti tra B ed E, colle loro direzioni, e potenze, e si combineranno colle parallele tra A B, I E, e le loro potenze; si formerà dal corso dell'acqua una linea, la quale in B sarà più lontana della linea B E, ma in E più vicina: e la ragione si è, che le direzioni A B, G R, hanno minor impeto, per essere assai vicine alla ripa, e la I E molto maggiore, per essere più vicina al mezzo; ed al contrario le riflessioni in B, ed H, si fanno più vigorosamente, per essere meno impedite dalle combinazioni delle direzioni parallele, che verso E, e perciò maggiore sarà la riflessione in B, che in E; tal linea può essere o retta, o curva, secondo la proporzione, colla quale si accrescono le potenze, procedendo da B verso E; ma per lo più sarà curva, attesa la rigorosa uniformità, che si richiede nelle proporzioni, e ne' moti, acciò tal linea sia retta. Saranno adunque dal resistente B E rivoltate tutte le direzioni parallele, verso la sponda C D, e conseguentemente, intersecando esse, tutte le altre parallele, che non incontrano il resistente B E, faranno loro cambiare direzione, e voltare contro la ripa D; la quale sarà corrosa (1) per essere battuta dalle direzioni mutate, e rese più vigorose dall'alzamento dell' acqua lungo B E, il cui conato, non potendo agire contro il resistente,

nè

nè contro il corso del fiume, darà maggior impeto all' acqua per la direzione B E, o per quella, che risulterà al corso del fiume dalle cause sopraddette, (2) perchè ristringendosi tutto il corso dell' acqua in D E, dovrà questa elevarsi; e per conseguenza, resa più veloce, si profonderà, e si allargherà l' alveo dalla ~~B D~~, nella quale si suppone minore la resistenza.

parte D

Corollario I.

E perchè, secondo la combinazione delle forze, che si trovano nelle direzioni parallele, e nelle riflesse, il corso dell' acqua più, o meno si scosta dal resistente B E; perciò, se le seconde avranno alle prime una proporzione insensibile, si prenderà dall' acqua un corso parallelo, o radente il resistente B E; e perciò, *quando le acque corrono con poca velocità, accomodano il loro corso alle linee degl' impedimenti, e delle sponde.*

Corollario II.

Ed al contrario, *quanto più la detta proporzione si accosterà alla proporzione di egualità, tanto più si allontanerà il corso dell' acqua dal resistente.*

Corollario III.

Similmente, perchè la corrosione della ripa opposta al resistente, si fa, in parte, dalle direzioni mutate dell' acqua, che vanno a batterla; e perciò *quanto più l' angolo di esse colla ripa, s' accosterà all' angolo retto, tanto più danno ella ne riceverà,* e perciò ha molto luogo, per fare questo effetto, l' inclinazione dell' angolo, che fa il resistente colle direzioni parallele del fiume.

Corllario IV.

Per la stessa ragione, essendo causa della corrosione della ripa C D, l' angustia della sezione, o il ristringimento dell' alveo in D E, ed essendo fatto tal ristringimento dal portarsi B E dentro il corso del fiume; perciò *quanto maggiormente si allungherà il resistente verso il filone dell' acqua, tanto più la ripa opposta sarà corrosa, e renderassi tortuoso l' alveo.*

Corollario V.

Sebbene *quanto meno è veloce il corso dell' acqua* per le linee, e direzioni parallele, tanto più s' accosta la di lui direzione mutata a quella del resistente, e perciò si dirige a battere con angolo maggiore, la ripa opposta: ad ogni modo, perchè tale direzione si fa senza molt' impeto; *non può rivoltare con molta efficacia verso la sponda C D, le direzioni dell' acqua non impedite dal resistente, che non vale per questa cagione a fare molto effetto, il quale*, in tal caso, quasi tutto si dee attendere dal ristringimento della sezione; e conseguen-

guentemente per la regola degli opposti, *quanto più veloce sarà il fiume, e quanto più il resistente ribatterà il corso dell' acqua*; cioè, quanto meno d' impeto assumerà in se medesimo: *tanto maggiore succederà la corrosione della ripa opposta*. E perciò *ne' lavorieri, che si fanno per rivoltare il corso de' fiumi, si dee considerare, fra le altre cose, la robustezza de' medesimi, la direzione, che hanno, paragonata al corso del fiume; la velocità di questo; e la lunghezza del riparo per potere in qualche maniera presagire la qualità dell' effetto, che è per succedere*.

Intorno alla direzione del resistente B E, sarebbe molto da discorrere, e richiederebbesi un intiero trattato, tante possono essere le di lei diversità. Parlando però generalmente, si possono considerare sei differenze, tre delle quali risguardano l'angolo, che il medesimo resistente fa orizzontalmente colla corrente del fiume; e le altre tre risguardano l' angolo fatto colla medesima corrente, ma verticalmente. Quanto a gli angoli orizzontali, questi, o possono esser retti, come quello, che fa F D colle direzioni parallele C D, G F; o acuto, come C D H; o ottuso, come C D I. Quanto a quest' ultimo, di già si è veduto ciò, ch' egli sia per operare; onde resta da considerare brevemente, quale sia per essere l' effetto degli altri due E D, D H; e quanto ad F D. *Fig. 31.*

Corollario VI.

Si deduce da quest' ultima Proposizione, che le riflessioni si faranno all' opposto delle direzioni C D, G F, e che; *essendo il fiume veloce, e stabile il resistente D F: converrà, che le riflessioni opposte alle direzioni, finalmente si equilibrino, e l' acqua si renda stagnante dentro l' angolo C D F*, quanto, cioè, per esempio, prenderà il triangolo K D F; dico *il triangolo K D F;* perchè maggiori saranno le riflessioni, vicino la ripa C D, che lontano da essa; e ciò per più ragioni; prima, perchè il resistente D F è più robusto ordinariamente vicino alla ripa, che lontano da essa; e perciò toglie meno d' impeto all' acqua, e la ribatte con più vigore: secondo, perchè l' acqua C D è meno veloce, come impedita dallo sfregamento colla sponda; e perciò meno resiste alle riflessioni; onde è, che maggior proporzione può avere la forza ribattuta alla diretta, verso D, che verso F: terzo, perchè elevandosi l' acqua per la resistenza D F, e facendo un conato inclinato alle direzioni parallele a G F, potranno le direzioni composte, prese vicino al resistente, incontrare nuovamente l' opposizione del medesimo, e prendere con ciò nuova occasione di ristagnare: cosa che non potrà succedere, facendosi più lontano dal resistente D F la composizione delle direzioni; perchè supposto, che tal direzione composta, sia quella, che colla sponda faccia l' angolo F K D; sarà K F la prima, che non troverà opposizione; e perciò tutte l' altre tra K, e D, essendo impedite, renderanno l' acqua, se non affatto stagnante, almeno ritardata; *e perciò ne seguirà l' effetto della deposizione della torbida dentro il triangolo K D F*. *Fig. 32.*

Corollario VII.

Però, *secondo la diversa forza del resistente D F, e secondo la diversa velocità della corrente, sarà l' angolo F K D, ora più acuto, ora più ottuso; e la linea K F ora retta, ora concava*. Perchè egli è certo, che *se il resistente F D*, o cedendo, o in altra maniera, *permetterà il corso fino in L;* ò se la forza della di-

direzione C L sarà tanto grande, che commensurata alla resistenza, che fa D F, possa giungere fino in L, *sarà l'acqua resa stagnante, solamente dentro il triangolo L D F minore del primo;* e conseguentemente; *minore sarà la deposizione della torbida.* E finalmente, *se D F permettesse il corso, fino a se medesimo,* senza fare veruna riflessione; *il conato s'eserciterebbe per la medesima direzione D F;* ma questo caso è assai difficile da succedere.

Corollario VIII.

Quindi è chiaro, che *i ripari, che secondo il corso del fiume, sono meno atti a cagionare delle alluvioni, avanti di se, di quello siano gli opposti ad angolo retto al corso del medesimo;* e perciò restano in un quasi continuo tormento, che ricevono dalla corrente, che sempre coopera alla loro demolizione. Vero è, che tali ripari, retti al corso del fiume, richiedono tanto maggiore robustezza, quanto è maggiore la forza della percossa ricevuta ad angoli retti, che obliqui; e perciò un vantaggio vien compensato con un disavvantaggio *e ricercasi il giudizio dell'architetto, a saper scegliere, secondo le occasioni, quello, che sia per riuscire più profittevole.*

Corollario IX.

Di quì è manifesta la ragione del diverso modo, che si pratica in diversi luoghi, per riparare alle corrosioni de' fiumi; vedendosi, che altri adoprano resistenze robuste, per ostare alla corrente: altri si contentano di piccioli ripari, che facilmente cedono al corso: altri li dirigono in un modo; altri in un altro: potendo essere tutte le predette maniere utili, secondo la diversità de' casi; poichè, chi usa di fare i ripari con frasche d'arbori flessibili, che possono radicarsi nel fondo, ha ragione di praticar questo modo, o in fiumi di poco veloce corso, e torbidi, a' quali ogni picciolo resistente basta per far deporre la torbida; o in fiumi di corso molto veloce, che non tollerano grandi ostacoli, ne' quali la flessibilità del resistente serve, a non dar pena al fondamento del riparo; e appoco, appoco può fare quello, che non farebbe un ostacolo più rigido, contro il quale operando gagliardamente la corrente, facilmente lo svellerebbe: ed in questo caso, quello che si leva alla brevità del tempo, s'aggiunge alla sicurezza dell'opera; ma si richiede maggiore, e più lunga l'attenzione al mantenimento, e protrazione del riparo. Chi ha buoni fondi, e buone sponde, per assodare i ripari, e chi sà fabbricarli di tal struttura, che una parte concorra alla robustezza dell'altra, può intraprendere di farli grandi, e molto resistenti; ma veda di non ingannarsi, in proporzionarli alla corrente del fiume. Opera più sicuramente, ma con minore effetto, chi seconda co' ripari, in qualche modo, il corso dell'acqua: ma v'è bisogno di una continua vigilanza per conservarli; ed al contrario, con più effetto; ma con minore sicurezza, chi li spinge ortogonali alla corrente; poichè quando questi sono fortificati colle alluvioni da una parte, e dall' altra: non è soggetta al tormento dell' acqua, altra parte di esso, che la più lontana alla ripa.

In questo caso si dee però avvertire, che essendo più veloce l'acqua per O P, che per C D, ed essendo trattenuta, e ristagnata; può darsi il caso, come molte volte si dà, che l'acqua più si elevi in P, che in D; e che per-

perciò dividendo il suo corso, una parte porti verso la punta del riparo F, ed un'altra verso D. Succedendo ciò, si farà un vortice dentro il triangolo F D K, che impedirà la deposizione della torbida, anzi potrà corrodere la prima L D; ma sarà facile il rimediarvi, se il riparo D F non si spingerà tutto in una volta, contro la corrente, ma appoco appoco; e se si lasceranno fare le alluvioni, prima di prolungarlo più avanti, lasciando sempre tanto di esito al fiume nella parte B F, che non possa fare forza considerabile contro il riparo, nè cagionare vortice di momento in K D F: ed avvertendo d'incastrare il riparo nella ripa, tanto che, corrodendosi essa qualche poco, non possa il fiume trovare sfogo dalla parte di essa, e prendere in mezzo il lavoro.

Corollario X.

Ma se *i ripari saranno opposti ad angolo acuto alla corrente*, come F D, egli è certo, che battendo l'acqua in F D per la direzione G F, sarà essa ribattuta in F K; e la H I, in I L: e che arrivando alla ripa, di nuovo sarà riflessa in K M, L N, le quali direzioni, e riflessioni combinate con altre, *faranno* passare le direzioni rette dell'acqua in *un vortice, che impedirà le deposizioni, e corroderà la ripa C D*. Il corso però del fiume non potrà farsi, che secondo la direzione E F, per la cagione detta di sopra, supposta la resistenza della ripa E D. Vero è, che *tali vortici non potranno estendersi alla punta dell'angolo D; ma essendo le loro linee circolari, o spirali, solo si faranno in quel tratto del triangolo E F D, che sarà comune al circolo, o spirale predetta*, che necessariamente dovrà toccare il riparo F D in due punti, che saranno i luoghi, ne' quali, e l'uno, e l'altra patiranno maggiori danni; quindi è, *che se questi luoghi saranno maggiormente fortificati, tanto che resistano, almeno fin che la ripa opposta sia corrosa; allora abbandonando l'acqua il corso verso l'ostacolo F D, si scemerà, o si toglierà la forza del vortice; e succederà l'alluvione dentro il triangolo E F D*. In questo particolare si dee ancora avvertire, che *se l'angolo E D F sarà molto acuto, più dalla di lui punta D si scosterà il vortice; ma per lo contrario dovrà molto prolungarsi il riparo*, acciocchè faccia effetto sensibile nella corrosione della ripa opposta. Io però non sarei mai autore di anteporre, in parità di circostanze, questi ultimi ripari agli ortogonali: perchè, quando anche egualmente operassero, quanto a se, e gli uni, e gli altri; i retti però in eguale lunghezza, rispingono sempre più la corrente verso la ripa opposta, e danno occasione di operare alla seconda cagione predetta, che è l'angustia della sezione.

Fig. 33.

Corollario XI.

Rispetto all'angolo fatto da' ripari, sul piano verticale, colla corrente de' fiumi, *non è da dubitare, che la direzione del riparo a lungo della corrente non sia la migliore*. Per più chiara spiegazione di ciò, s' avverta, che può darsi, che il riparo riceva la corrente A B ad angoli retti, come B D; o ad angolo acuto, come B C, o ad angolo ottuso come B E. Intendasi prima *il resistente C B ad angolo acuto colla corrente*: in questo caso egli è evidente, che la direzione del resistente *ribatterà la corrente dell' acqua verso il fondo*; (come per G I, quella, che viene per la direzione H G ec.) la quale spinta dalla corrente A I, e dalle altre tra H G, A I, parallele insieme;

Fig 34.

e com-

e combinata con esse, opererà per la direzione obliqua F B, *e perciò roderà il fondo in B;* e se il riparo non sarà piantato ben profondamente, potrà scalzarlo, e portarlo via. *Lo stesso succederà, benchè meno, all' acqua ribattuta dal resistente B D, la quale,* sebbene sarà riflessa con direzione opposta ad H K; nulladimeno, per virtù della medesima direzione, sarà divisa, parte verso D, parte verso B; e perciò in B succederà l'escavazione del terreno, che *potrà togliere il fondamento al resistente B D, e conseguentemente svellerlo. Ma il riparo B E;* perchè ribatte la forza dell' acqua all' in sù, *non potrà essere scalzato nel fondamento;* e per conseguenza, *se avrà forza bastante, da non rompersi per lo corso dell' acqua, sussisterà, anzi rincalzandosi* a causa delle alluvioni, che si fanno al di lui piede; *si renderà sempre più forte, e più resistente.*

Corollario XII.

Non solo il resistente B E rivolterà la corrente verso la ripa opposta D; ma essendo cagione, che s'impedisca il moto dell'acqua nel triangolo X B E, necessariamente *dovrà farsi in detto triangolo, dell' alluvione;* e perciò *sarà il resistente rincalzato al di dietro di terra:* ciò però s' intende, *ogni volta che il resistente abbia tanta altezza, quanto basta, per non essere sormontato dal fiume,* e che l'acqua vi si porti di rigurgito, girando attorno ad E, ed equilibrandosi con quella, che corre al disotto del resistente; altrimenti, *se l' acqua potrà sormontarlo, e se vi sia considerabile differenza tra 'l livello della di lei superficie, di sopra, e di sotto, dal resistente;* come se detta differenza fosse F P; *dovendo l' acqua cadere da F in P, scaverebbe il fondo del fiume verso B,* ed ivi impedirebbe l'alluvione, la quale però potrebbe manifestarsi poco più lontano. *Quando* però *l' acqua e di sopra, e di sotto* da B E, *fosse quasi nel medesimo livello,* o almeno nella medesima linea, che il restante della superficie del fiume, *ciò non dovrebbe succedere; ma solo la deposizione dalla materia terrea.* Questo effetto non solo è proprio de' resistenti inclinati alla corrente, ma anche degli altri, o retti, o contrapposti alle medesime, e perciò *bisogna avvertire, quale sia la natura de' fiumi, dentro de' quali si fabbricano i ripari;* poichè, se essi avranno le piene subitanee, o la velocità grande, o il pendio del fondo considerabile; considerabile anche sarà la predetta differenza de' livelli, della quale non dovrà tenersi conto ne' fiumi di poco corso, di fondo piano, e che durino molto tempo in portare la piena al suo maggior colmo.

Fig. 30.

Prima di levar mano dalla considerazione degli effetti de' ripari (ch' io mi protesto di non aver toccati, che leggiermente, e per digressione, non essendo questo il mio principal fine in questo trattato) io non voglio lasciare di motivare alcuni punti necessarj in questa materia. Il primo di essi è; che *quanto più alto è un riparo, tanto riesce egli più debole,* non solo per le maggiori spinte, che riceve dall' acqua, quanto per ragione della leva, l' ipomochio della quale si dee intendere nel punto, nel quale quello sorge dal terreno. 2 Che, *desumendosi la direzione de' fiumi dalla direzione del filone, e seguitando regolarmente la maggiore profondità dell' alveo, che può essere cagionata dall' azione de' ripari anche bassi, questa perciò il più delle volte poco, o nulla serve il fabbricarli molto alti.* 3 Che *si dee avere riflesso alle cause produttrici delle corrosioni;* perchè la rimozione di esse, alle volte, serve molto più, che tutti i ripari del mondo; e frequentemente succede, che la spontanea cessazione delle medesime, perchè non avvertita, dà un gran credito, benchè non

non meritato, ad un opera male intesa, e peggio eseguita; quindi è, che chiunque rinverrà le vere cagioni degli effetti perniciosi, che accadono ne' fiumi, potrà molte volte con poco di spesa, e fatica ottenere l'intento desiderato; e serva per regola universale, che *sempre più sicuro sarà il rimediare alle cause, che l' ostare all' effetto.* 4 *Che si dee scegliere tal luogo al riparo, che possa superare, non essere superato dal corso dell' acqua; che possa fare l' effetto desiderato; e darli quella direzione, che più richiederanno le circostanze.* [5] *Che qualunque riparo, obbligato a soggiacere all' impeto dell' acqua, richiede una continua vigilanza, e precauzione, tanto in conservarlo, quanto in ripararlo, dove porta il bisogno;* altrimenti essendo l' azione dell' acqua continua (atta perciò a vincere colla lunghezza del tempo qualsisia ostacolo) facilmente verrà il caso, che il riparo sia danneggiato; ed allora bisogna rimetterlo, quando per altro se ne trovi buon effetto; altrimenti può darsi, che, demolito il riparo, e indebolito perciò il fondo del fiume, il danno da esso ricevuto resti maggiore di prima.

PROPOSIZIONE VIII.

Ne' medesimi supposti della Proposizione antecedente, se il resistente sarà composto di parti amovibili, e di tanta altezza, che possa sostenere l' effetto, che si dirà; sarà corroso inegualmente, e formerà una concavità, le cui direzioni spingeranno il corso dell' acqua alla parte opposta.

Intendasi nuovamente il fiume A B C D, di cui tutte le direzioni siano parallele ad A B, o C D; e che correndo da C in D, incontri il resistente D E composto di parti amovibili, come sarebbe una sponda di terreno tanto alta, che non possa essere sormontata dall' acqua: dico, che detta sponda non potrà sussistere nella situazione D E; ma corrodendosi, si ridurrà in forma di una linea curva v. gr. D F G, dalle direzioni della quale sarà rivoltata la corrente, verso la sponda A B. *Fig. 35.*

Posciachè essendo il moto per le direzioni parallele impedito maggiormente, quanto più le linee di esse sono vicine alla sponda; sarà l' impeto per C D minore, che per H E, ed essendo D E in linea retta; saranno tutti gli angoli, fatti dalle linee di direzione con essa, eguali; e perciò maggiore sarà lo sforzo dell' acqua per la direzione H E, che per la C D: ed in oltre essendo la sponda D E verso il suo ultimo termine [come non fortificata dall' unione, e rincalzamento delle parti vicine] meno resistente in E, che in D; maggiore per l' uno, e per l' altro capo sarà l' effetto in egual tempo in E, che in D; e perciò in E si farà maggiore corrosione, che in D; e perchè simili effetti sempre più si diminuiscono, quanto più obliquo è l' angolo dell' incidenza; accrescendosi sempre più l' obliquità all' accrescersi della corrosione, e diminuendosi l' impeto per la direzione K I, finalmente si arriverà ad un angolo K I D così acuto, che la resistenza, nata dall' adesione delle parti del terreno, sarà bastante a pareggiare la forza dell' acqua; e perciò la ripa si stabilirà in D I inclinata alla corrente K I. Quindi è, ch' equivalendo essa ad un resistente composto di parti non amovibili, comincerà a ribattere la corrente verso la ripa opposta A B *per la Proposizione antecedente*, e conseguentemente farà voltare qualche poco la direzione L M, verso la medesima sponda A B; ma perchè, voltata questa direzione, come in L O P, farà colla sponda un angolo minore di L M D; perciò, essendo questa battuta ad angolo più obliquo, resterà con maggiore possanza, per resistere all' impeto della direzione L M, seb-

bene esso sia qualche poco maggiore di quello della direzione K I; e perciò l'angolo L M D sarà qualche poco maggiore dell' angolo K I D; al quale in fine (cioè quando la sponda sia stabilita in P) sarà eguale l' angolo O P M. Nella stessa maniera si dimostrerà, che l'angolo N F M dovrà essere maggiore dell' angolo L M I ec. ma ciò essendo, non potrà la linea D F G essere retta; perchè la linea retta fa angoli eguali con tutte le direzioni parallele; adunque sarà una curva, le cui tangenti facciano sempre angolo maggiore colle direzioni, più lontane alla sponda C D, cioè una curva concava, la cui specie dipende dalla diversa proporzione, che ha l'impeto dell'acqua alla resistenza del terreno, del quale è composta la sponda. Poichè se maggiore sarà la resistenza in I, con maggior forza ancora sarà riflessa l'acqua da I, che unita colla direzione susseguente, farà sì, che resti battuta più obliquamente la sponda; e per conseguenza meno sia ella corrosa; onde resti l'angolo L M I tanto maggiore. Secondo la proporzione adunque colla quale cresceranno gli angoli fatti dalle direzioni parallele colle tangenti della curva D F G, sarà ella, o di una specie, o di un'altra. Resta da provarsi, che detta curvità D F G spingerà l' acqua alla ripa opposta; ma ciò è evidente; perchè, correndo anche l'acqua sul capo di una linea curva, che le fa sponda, viene a mutare ad ogni punto direzione, che è quella delle tangenti di essa; ed essendo tutte queste inclinate alla sponda C D, prolungate che siano, anderanno a tagliare la ripa A B; e per conseguenza verrà ad essere indirizzata l' acqua verso di essa. Il che ec.

Corollario I.

Da questa Proposizione apparisce, che *le corrosioni de' fiumi, arrivate che siano a formarsi la curvità, che richiede la combinazione delle cause, e delle circostanze, non crescono di più; ma sono lasciate dal corso dell' acqua le ripe intatte, egualmente, come fossero parallele fra di loro, ed alle direzioni del fiume;* e su questa ragione s'appoggia la forma praticata da gli architetti Ferraresi nel ripararsi dalle corrosioni del Po grande, che è di tirarsi addietro colle arginature, e solamente di difendersi dagli effetti delle corrosioni, cioè dalle inondazioni, con nuovi argini; ma non mai di ostare alle cause, che producono la corrosione.

Corollario II.

Perchè la forza delle direzioni, unita a quella delle riflessioni, fa accrescere l'impeto; perciò *è evidente la causa, per la quale il filone si tiene più vicino alla ripa nelle corrosioni, che ne' siti retti del fiume;* perchè cioè l' acqua resa più veloce, meno patisce dalla vicinanza della ripa. E similmente si manifesta la cagione, per la quale il filone, nel principio della corrosione, meno s'accosta alla ripa corrosa, di quello faccia più a basso; posciachè non solo unite le forze di più direzioni, e di più riflessioni in G, che in M, rendono l'acqua più veloce; ma anco, perchè le direzioni più violenti, come H G, spingono la corrente più vicino alla ripa in G, che in M.

Corollario III.

Perciò *nelle corroſioni non ſtabilite, maggiore ſarà il tormento della ripa in quella parte di eſſa, alla quale più s' accoſta il filone* (queſto ſito ſia chiamato *vertice delle corroſioni*) *ma nelle ſtabilite ſarà eguale per tutto;* e perciò *in quelle corroſioni, colle quali il filone ſi porta ſempre più a baſſo, ſuccedono delle alluvioni nelle parti ſuperiori, e delle corroſioni nelle inferiori.*

Corollario IV.

E perchè *i fiumi, quanto ſono più larghi, tanto ſono più atti a portare il vertice della corroſione più lontano dal principio di eſſa;* perciò *ne' fiumi maggiori, le corroſioni prendono maggior giro,* ed occupano più terreno, internandoſi nelle campagne; e conſeguentemente *i fiumi più grandi hanno meno frequenti le tortuoſità.*

Corollario V.

Ed eſſendo, che nel *vertice della corroſione s' uniſce il maggior impeto del fiume,* operante per una direzione determinata, ch'è la tangente del vertice: ed incontrandoſi da là in giù le direzioni parallele ſempre più languide, e le rifleſſioni più vigoroſe; perciò *il filone dovrà ſcoſtarſi dalla ripa corroſa ſempre maggiormente;* e ciò ſerve *a far ribattere la corrente verſo la parte oppoſta con angolo meno obliquo.*

Corollario VI.

Dal che ne ſegue, che *facendoſi dentro d' un fiume, diſteſo in linea retta,* per qualche cauſa accidentale, *la corroſione, v. gr. della ripa deſtra, dovrà ſeguirne una eguale,* o poco minore *nella ſiniſtra; e queſta ne cagionerà un' altra nella deſtra ec.* E perciò *i fiumi, per ordinario, ſi vedono correre dentro alvei compoſti di parti, o tronchi retti, inclinati l' uno all' altro, ed uniti negli angoli con linee curve,* che ſono le formate dalle corroſioni.

Corollario VII.

E perchè, poſta la medeſima reſiſtenza nelle ripe, le corroſioni ſuccedono tanto maggiori, quanto più i fiumi ſono veloci, e ſervendo al corſo la rettitudine per renderlo più veloce, quindi è, che *ſuccedono maggiori quelle corroſioni, che ſono imboccate nella parte ſuperiore da' tronchi retti del fiume medeſimo, per li quali cioè, il fiume abbia potuto prendere quella velocità di accelerazione, che gli è permeſſa dalle ſue condizioni.* E quà cade la conſiderazione di tutte quelle cauſe, che poſſono rendere più veloce il corſo d' un fiume.

Corollario VIII.

Similmente, perchè ſuppoſta la medeſima velocità d'un fiume, tanto più opera ella in corrodere la ripa, quanto più queſta ſe le oppone rettamente; perciò *maggiori ſuccederanno le corroſioni, quanto meno ottuſi ſaranno gli angoli, formati dalle direzioni del medeſimo fiume colla ſituazione della ripa dalla parte inferiore*.

Corollario IX.

Per una ſimile ragione *più facilmente cederà una ripa arenoſa, che una cretoſa*; e perciò, *ſecondo la diverſità della reſiſtenza delle ripe, maggiori, o minori ſi faranno le corroſioni*.

Corollario X.

Eſſendo, che *nelle corroſioni ſempre, per lo meno, ſi ritarda notabilmente la velocità dell'accelerazione acquiſtata per lo pendio dell'alveo*; perciò *ſe un fiume* Fig. 36. *retto incontrerà la reſiſtenza d'una ripa*, v. gr. ſe A B incontrerà B C *col farli rivoltare il corſo* in B C, *farà la corroſione* in B; *ma* potrà darſi il caſo, che *ribattuta l'acqua* in C, *non potendo* per B C *renderſi nuovamente tanto veloce*, quanto per A B; *e per conſeguenza percotendo* C *con forza minore*, di quella, con che ha prima, percoſſa la ſponda B; *non faccia ivi tanta corroſione*; e per conſeguenza *ſia la corrente ribattuta* in D *ad angolo più obliquo; e così ſucceſſivamente*. Dal che ne può avvenire, che dopo alcune battute, e ribattute, trovando l'alveo F G retto, di nuovo s'indirizzi il corſo dell'acqua per eſſo.

Corollario XI.

A queſti ultimi Corollari ſi dee avere rifleſſo ne' tagli, che ſi fanno per raddirizzare il corſo a' fiumi; nelle quali operazioni ſi dee avvertire per regola (1) *d'imboccare coll'incile del taglio il filone del fiume*; altrimenti, o egli non vi entrerà, o entrandovi, di nuovo ſi farà tortuoſo (2) *di mandare lo sbocco del medeſimo taglio, quanto ſi può, a ſeconda del filone delle tortuoſità ſuſſeguenti*, ſe non ſi vogliono fare cambiare al fiume i ſiti delle corroſioni inferiori, il più delle volte, con grave danno. (3) *che quando non ſia poſſibile ottenere queſt'ultima condizione, ſi dee fare il taglio in due linee, che facciano fra loro un angolo, il più che ſia poſſibile, ottuſo*. [4] *che, quando non rieſca di ottenere una buona imboccatura del filone ſuperiore nel taglio, è neceſſario di sforzarlo ad entrarvi con qualche lavoriero fatto nell'alluvione oppoſta alla corroſione*; o pure con traverſare la corrente, almeno in parte, con buone palificate. (5) *che quando la caduta del taglio foſſe aſſai grande in proporzione di quella, che aveſſe il fiume per le tortuoſità, potrebbe queſta ſupplire, in qualche parte, al difetto della buona imboccatura ec.*

Co-

Corollario XII.

Alle cose predette si dee anco riflettere, in destinare il luogo agli argini, che si fanno, o ad uno de' tagli predetti, o ad un nuovo alveo di fiume; perciò in ciò succedono errori infiniti, fabbricandosi alle volte argini in certi siti, che sono dovuti alle corrosioni, le quali necessariamente sono per accadere, se non sul principio, almeno quando tutta l' acqua del fiume si porterà a correre per gli alvei arginati; ed io potrei addurne qui molti esempi, se non stimassi meglio di star lontano dal condannare le operazioni degli altri,

PROPOSIZIONE IX.

Se in una palude, lago, laguna, ec entrerà un fiume torbido, ivi deponendo la materia terrea, la eleverà di fondo, e si formerà l' alveo dentro di essa, in mezzo alle proprie alluvioni, prendendo quella strada, che li sarà insegnata dalla direzione della foce, dalle resistenze, che troverà, e dall' esito, se vi sia, del lago, o della palude ec.

Che un fiume d' acqua torbida, entrando v. gr. in una palude, perda il moto, è manifesto per esperienza, e per ragione; siccome è fuor di dubbio, che perdendosi l' agitazione nelle acque torbide, succedano delle alluvioni; resta solo da spiegare in qual maniera possa un fiume, con esse, formarsi l' alveo, e quali siano le cagioni, che concorrono a determinare il sito di esso.

Sia adunque il fiume A B C, che entri nel palude C D E F G; e sia in C lo sbocco del fiume, la cui ultima direzione sia B C; e sia in E, l' emissario di essa palude: Dico, che per determinare il sito al fiume da C in E, concorrono la direzione B C, il sito di E, e gl' impedimenti, che di quando in quando incontra il corso dell' acqua nella palude. Posciachè egli è certo, che dovendo l' acqua, nel tronco dello sbocco B C avere qualche velocità, ed eguale, se non maggiore, altezza di superficie in B, che in C; dovrà il semplice conato dell' acqua della palude in C, cedere alla velocità del moto attuale per B C; adunque *l' acqua non solo correrà dentro l' alveo B C, ma prolungherà, per qualche spazio, il suo corso dentro della palude v. gr. da C fino in H*; sempre però indebolendosi, fino a perdere ogni moto sensibile. Supponiamo, che ciò succeda in H; adunque l' acqua entrando torbida, sarà poi renduta stagnante per tutta la palude, fuorchè nel sito C H; e perciò lateralmente a C H deporrà la torbida, e succederanno delle alluvioni, le quali colla loro altezza; chiuderanno un sito lasciato basso da C in H, e per questo continuerassi il corso del fiume. *Risguardando* dunque *la sola direzione* B C, *dovrà tal principio d' alveo distendersi in una linea retta C H, e continuarsi sempre la medesima*, elevandosi maggiormente le sponde laterali, fino a sopravanzare la superficie dell' acqua della palude, constringendo con ciò il fiume a continuare il suo corso per un alveo nuovo, *ed a prolungare lo sbocco dentro la palude sempre a dirittura.*

Fig. 37.

Ma, *se qualche cosa si opponesse al moto dell' acqua per la direzione C H*: come erbe, arbori ec. (che sono assai famigliari alle paludi,) o soffi di venti, o correnti d' altre acque, benchè occulte, ed insensibili; come per esempio, se dentro d' una palude piena di un canneto, o di erbe, fosse aperta

una strada senza impedimento, come C I; allora, perchè la direzione per B C, uscita l'acqua dallo sbocco C, sempre s' illanguidisce, *farebbe bene il fiume qualche sforzo, per ispingersi in C H*, e sul principio ne prenderebbe, per qualche picciolo spazio, la linea; *ma finalmente vinto dalle resistenze, sarebbe obbligato a prendere a un dipresso la strada meno impedita per* C I. Lo stesso succederebbe, *se nella direzione C H s' incontrasse qualche resistente, valevole a rivoltarla ad altra parte*, e per far ciò non si richiederebbe gran forza, purchè esso resistesse più delle parti vicine; perchè, in tal caso, *l' impeto in gran parte perduto, facilmente indirizzerebbesi ad altra parte*. E da questo principio nascono i molti rivoli, o rigagnoli, ne' quali si dividono i fiumi, che mettono la foce nelle paludi di poco fondo.

E' considerabile in questo caso un'altra sorta di resistenza, che nasce dall' inegualità del fondo della palude, la quale, sebbene sul principio nulla opera, nel progresso però cagiona un impedimento maggiore di ogn' altro. Poichè, supposto, che il maggior fondo sia in C H K L E; egli è certo, che facendosi deposizioni eguali in que' siti, ne' quali l' acqua egualmente stagna, ed è egualmente torbida; necessariamente dovrà succedere, che ne' siti laterali a' fondi continuati C H K L E, dovranno le alluvioni elevarsi più presto sopra la superficie della palude, che nel mezzo; e conseguentemente formeranno come un alveo, dentro il quale dovrà il fiume prendere il suo corso; e perciò *molte volte i fiumi, che hanno esito nelle paludi, e lagune, seguitano, nel formarsi che fanno l' alveo dentro le proprie alluvioni, la via delle maggiori profondità di esse paludi*. Per la stessa ragione operano tutte le cause, che fanno una strada, o più aperta, e spedita, o più bassa d' un' altra, come sono, oltre le tagliate dell' erbe, qualche picciola escavazione; e la via tenuta da' navicelli nel passare da un luogo all' altro; perchè in tali siti, l' acqua posta come in equilibrio, seguita la via delle minori resistenze.

Finalmente *supposto, che la palude ec. non possa avere altro sfogo, che in E*, è manifesto, che *l' acqua portata dal fiume in essa, dovrà avere corso considerabile in E*, e che, *non potendo il fiume avere sfogo in altra parte, finalmente* bisognerà (quando anche dovesse prima circuire tutta la palude) *che arrivi al luogo, dove comincia il corso dell' acqua, che esce per E, col quale combinandosi quello del fiume, s' incamminerà a quella parte medesima*. Egli è dunque dimostrato, che *le tortuosità, o sinuosità de' fiumi, i quali si formano l' alveo colle alluvioni, debbono la loro situazione, parte alle direzioni dello sbocco del fiume inalveato; parte alle resistenze trovate dentro la palude; e parte al sito dell' emissario della medesima*. Il che ec.

Non si dee però credere, come pure si è accennato di sopra, che tal fiume inalveandosi, seguiti con un ramo solo una sola direzione; anzi piuttosto, secondo le diversità delle cause, vicino allo sbocco, si dovrà dividere in moltissimi rami, divisi anch' essi in altri minori, i quali appoco appoco saranno lasciati dal fiume, e serrati colle alluvioni, a misura della forza, che prenderà per uno di essi il più facile, e meno impedito; di modo che rare volte succede, che si mantengano più rami insigni, se il fiume non ha, o notabile abbondanza d' acqua, o ne' rami diversi, un certo equilibrio di condizioni, non così facile da succedere.

Ecco dunque da quante cause può provenire, che i fiumi si facciano tortuosi, e come avvenga, che tali si mantengano; succede ora da esaminarsi, quali siano gli effetti di essi, e quali quelli de' fiumi retti. Ma prima è d' avvertire, che *i fiumi, i quali corrono in ghiaia, difficilmente possono mantenere la rettitudine*; perchè spingendo essi sregolatamente, e con moto lento le ghia-

ghiaie, molte volte le ammaſſano, e le laſciano, al ceſſare della piena, nel mezzo del proprio corſo; ond'è che facendoſi doſſi, sforzano queſti la corrente a voltarſi da quel lato, ove, trovando qualche volta materia poco reſiſtente in tempo di acqua baſſa, può profondare un nuovo alveo, e fare come una chiamata alla piena ſopravveniente. Di quì anche naſcono, la moltiplicità de' rami, che hanno i medeſimi fiumi in ghiaia; le iſole, che dalla diviſione, e riunione di detti rami derivano; ed in oltre la continua variazione del letto, e del filone, oſſervandoſi ad ogni piena, in ciò qualche notabile mutazione. Quindi è ancora la larghezza ſoprabbondante degli alvei ghiaioſi, e la poca ſicurezza, che ſi ha da' ripari fabbricati per difeſa delle ripe; e conſeguentemente il poco frutto; che ſi ricava da' mezzi, che ſi adoprano per mutarli di corſo, ed obbligarli a correre, quanto più ſi poſſa, rettamente; potendoſi dire, che *i fiumi in ſiti ſimili ſiano, quaſi indomabili*, o almeno richiedano una più che ordinaria vigilanza, ed aſſiſtenza per eſſere mantenuti in dovere; e ciò è ſempre tanto più vero, quanto le ghiaie, o ſaſſi ſono più copioſi, e più grandi di mole. Al contrario *i fiumi, che corrono in ſabbia ſono molto più maneggiabili*, per la quaſi intiera uniformità della materia, della quale viene compoſto l'alveo; *e perciò, eſſendo diritti, facilmente ſi conſervano, le loro botti più agevolmente ſi difendono;* e mantenendoſi il corſo, quaſi ſempre, nel luogo medeſimo, *non hanno biſogno di tanta larghezza di letto:* onde in molti caſi è facile di mutare loro l' alveo, o con cavi proporzionati, o con ripari ben inteſi, o con accreſcimento di caduta, o con maggiore facilità di sfogo, regolandoſi in queſti caſi la maggiore, o minore facilità dalla conſiderazione della velocità del corſo dell' acqua; dalla direzione, ed impeto in eſſa impreſſo; dalla ſituazione della ripa ec.

Paſſando ora agli effetti de' fiumi retti, e tortuoſi, facilmente ſi poſſono quelli dedurre da ciò, che abbiamo ſinora detto. E prima, *i fiumi retti mantengono più ſcavato il loro letto, i tortuoſi meno:* e la ragione sì è, perchè eſſendo la linea retta, tirata dal principio al fine del fiume, la più corta, ed eſſendo la caduta proporzionata alla lunghezza del corſo; ne ſegue, che conſervando lo ſteſſo alveo la medeſima declività, debba eſſere più alto il fondo nel principio del fiume tortuoſo, che del retto, quando nell' uno, e nell' altro ſi trovi la medeſima diſtanza de' termini.

Per eſempio, ſupponiamo, che l' origine d' un fiume ſia diſtante in linea retta dalla foce del medeſimo cento miglia, e richieda un piede di caduta per miglio; certo è adunque, che tutta la caduta neceſſaria a queſto fiume ſarà di cento piedi; e tanta dovrà eſſere l' elevazione del principio di eſſo ſopra il fondo della ſua foce, qualunque volta abbia eſſo il corſo per detta linea retta. Ma ſe il medeſimo colle ſue tortuoſità s' allungaſſe la ſtrada, ſino a cento cinquanta miglia; altrettanti piedi vorrebbe egli di caduta (tralaſcio di conſiderare in queſto luogo la differenza, ch' è tra un fiume retto, ed un tortuoſo, la quale fa, che il primo a cagione delle minori reſiſtenze, rieſca più veloce, e meno declive del ſecondo) e perciò dovrebbe il principio del fiume eſſere più alto, che nel caſo precedente; il che è vero anche di tutti i ſiti del fiume, paragonando la loro diſtanza dalla foce per la linea retta, e per la curva; quindi è, che deſumendoſi la profondità del fiume dalla diſtanza del di lui fondo dal piano della campagna, *ſe la caduta di queſta ſopra il fondo dello sbocco, ſarà maggiore di quella, ch' è dovuta al fondo del fiume, neceſſariamente correrà queſto incaſſato nel terreno, e tanta ſarà la profondità, quanta la differenza tra la caduta maggiore della campagna, e la minore del fondo del fiume.* E perchè la caduta de' fiumi, tanto

fassi maggiore, quanto è più lunga la linea del corso; però *può darsi il caso, che un fiume correndo rettamente al suo termine, abbia il suo fondo assai basso sotto il piano della campagna; ma facendosi tortuoso, e per conseguenza elevandosi, abbia bisogno di argini per essere trattenuto, che non inondi*. Il paragone della caduta della campagna con quella, ch'è necessaria al fiume, fa anche conoscere, quale sia la causa, che alcuni fiumi camminino per fondi elevati sopra il piano del terreno contiguo; che altri corrano affatto incassati dentro la campagna, e ch'altri si profondino di soverchio dentro le viscere di essa. La medesima comparazione può portarci anche alla cognizione de' rimedj opportuni, per impedire la nociva elevazione del fondo de' fiumi, e le estreme loro profondità. *Ne' fiumi però che hanno il fondo orizzontale, la rettitudine, o tortuosità degli alvei non contribuisce cosa alcuna al maggiore, o minore profondamento:* ma la sola copia dell'acqua, che quanto è maggiore, mantiene più basso il fondo del proprio letto: la caduta sì della campagna opera qualche cosa, paragonata alla cadente del pelo del fiume; perchè, *se la caduta del terreno sarà maggiore di quella, che tira seco la declività della cadente del pelo d'acqua nelle massima piene, non vi sarà bisogno d'argini al fiume;* e perchè, anche in questo caso, la linea più lunga ricerca maggiore caduta, *può essere, che la tortuosità induca una necessità di arginature, che forse non si avrebbe, se il fiume camminasse retto: la tortuosità* dunque, in questo caso, *potrà ben fare elevare il pelo dell'acqua, ma non il fondo dell'alveo*.

Le altre proprietà de' *fiumi retti* sono, ch'essi, come si è dimostrato, *conservano il loro maggiore fondo nel mezzo dell'alveo*, restando le altre parti in ciascheduna sezione omologamente disposte; e perciò non si scava il loro fondo più in un luogo, che nell'altro: non si fa alcun gorgo, o inegualità di letto, che accidentalmente; e stabilita che sia la loro larghezza, non alterano la situazione delle proprie *ripe*; le quali perciò *non fanno altra forza, che di sostenere l'altezza dell'acqua nella medesima maniera, che farebbero, se fosse stagnante, cioè in proporzione della propria altezza*. Ma al contrario *i fiumi tortuosi portano la maggior profondità degli alvei ora verso una ripa, ora verso l'altra, e la linea del filone dell'acqua è sempre più curva di quella delle ripe, accostandosi alle parti concave delle rotte, e scostandosi dalle convesse*. Per lo che ne nasce da una parte la generazione delle spiagge, e delle alluvioni, o arenai; e dall'altra, anche frequentemente, la corrosione delle ripe, che sogliono in detti siti, avere al piede gorghi profondi. *Il carico, che portano le sponde battute dalla corrente del fiume, è molto maggiore, che ne' fiumi retti*, come non fatto dal solo conato; ma dall'impeto dell'acqua, del quale è tanto maggiore la forza, quanto l'energia della percossa supera lo sforzo della sola gravità. S'aggiunge, che *ne' fiumi retti le direzioni del corso procedono parallele alle sponde;* e perciò non possono cagionare que' vortici, che solo nascono dalla combinazione di diverse direzioni insieme; e che sono tanto frequenti ne' fiumi tortuosi, con danno indicibile delle sponde.

Procede anco dalla curvità degli alvei un effetto assai considerabile, ed è *la direzione, che ha il fondo dell'acqua, diversa da quella del mezzo, e della superficie*: dal che ne nasce, che le piene maggiori, alle volte, mostrano di battere la ripa opposta in un luogo, le mezzane in un altro, e l'acqua bassa in un altro. Ciò deriva, perchè camminando il maggior fondo colla medesima curvità delle alluvioni, e delle spiagge, che sono nel fondo del fiume, la corrente del fondo segue la direzione di questo; ma quella, che essendo più alta, copre tutte le spiagge, quanto è in se, s'accomoda alla curvità delle sponde delle golene, che per lo più non sono parallele alla maggiore profondità dell'alveo: e finalmente le piene più alte, coprendo il

il piano delle golene, prendono qualche direzione dalla situazione degli argini, i quali non mai secondano la curvità delle medesime; ma, il più delle volte, servono di corda al loro arco. Queste diverse direzioni però non si conservano così independenti l'una dall'altra, che non vengano di quando in quando alterate; e perciò combinandosi tutte e tre, il filone batte la ripa in un sito; cessandone una, cioè la superiore, l'incontro del filone colla ripa si fa in un altro luogo; e finalmente, non essendovi, che la direzione più bassa, di nuovo si muta sito. E perciò si dee avvertire, nel destinare i luoghi a' ripari, che si formano per difesa delle corrosioni, di non avere unicamente riflesso al filone dell'acqua bassa; ma bensì di considerare, anche lo stato mezzano, e sommo delle piene del fiume.

L'altezza maggiore, che ha l'acqua corrente nella parte concava delle botti, è un effetto non disprezzabile delle tortuosità degli alvei; poichè, siccome in quel sito gli argini si ricercano più vigorosi, più larghi, e di miglior costruzione; così deono essere più alti, acciò l'acqua non trabocchi dalla sommità di essi; e tanto deono essere più alti, quanto più sono vicini al vertice della corrosione; perchè ivi è anche maggiore l'altezza dell'acqua; e perciò nella construzione, o riparazione degli argini non occorre sopra d'una linea uniformemente declive regolare il piano superiore di essi; ma piuttosto giova tenerlo (col prendere norma dal pelo di una piena) tanto più alto, quanto si può credere, che basti, a sostenere una piena straordinaria, quando ella venisse.

Sebbene pare, che gli effetti delle tortuosità de' fiumi siano tutti perniciosi, nulladimeno (perchè anche nel male si trova sempre mischiata qualche cosa di bene) oltre l'utile, che ricavano i possessori de' fondi con termini alle alluvioni, v'è alle volte qualche cosa di necessario all' economia universale de' fiumi; posciachè i giri di essi (particolarmente se sono reali) possono, secondo il bisogno, avvicinare, o allontanare gli sbocchi de' fiumi influenti all' origine di essi; e per conseguenza accrescere, o sminuire la necessaria caduta: ch'è un punto assai considerabile nella condotta dell' acque; ma di ciò parleremo più ampiamente nel Capitolo 9. Si dee però avvertire, che la direzione de' fiumi s'intende in due maniere; l'una cioè universale l'altra particolare. La direzione universale non tien conto delle picciole curvità, che ha l'alveo d'un fiume, quando anche fossero tali, che spingessero le correnti in un luogo a Levante, nell'altro a Ponente; ma solo mette a capitale la strada, che tiene il fiume, prescindendo da esse. Così vien detto da' Geografi, che il Po cammina da Ponente a Levante, che il Danubio nell' Austria tiene la medesima strada, nell' Ungheria volta a Sirocco, dopo Belgrado ritorna verso Levante; e vicino a' suoi sbocchi nel Mar Nero, tende verso Greco; e queste sono le tortuosità, che possono essere utili, ed instituite con qualche fine dalla natura; ma la direzione particolare è quella, che gode la corrente, o filone in ciascheduna parte dell'alveo, e della quale si tiene conto da chi pretende fare una pianta esatta di un fiume in una carta di geografia, nella quale si voglia esprimere lo stato di esso con ogni maggiore diligenza; e queste picciole tortuosità, rare volte avviene, che portino vantaggio; anzi sono abborrite dall' universale degli uomini, che tutto 'l giorno s'affaticano, o per togliere, o per impedirne gli effetti dannosi.

E' congenea alla materia di questo Capo la quistione promossa dal Varenio nella sua Geografia generale Lib. 1. Cap. 6. Prop. 8. Se gli alvei de' fiumi siano stati fatti dalla natura, o dall'arte. Egli distingue i fiumi contemporanei alla terra, da quelli, che hanno avuta la necessità di avere formati gli

al-

alvei dopo la creazione del globo terraqueo: circa i primi non ispiega il suo sentimento; ma circa gli ultimi si dà a credere, che abbiano gli alvei manufatti, assumendo per fondamento della sua opinione, l'osservarsi, che le nuove fontane, nello scaturire che fanno dalla terra, non iscavano gli alvei per lo corso delle acque proprie, essendo perciò necessitate a spandersi per li terreni vicini: che molti alvei sono stati fatti per opera umana, desumendone la certezza dalla fede indubitata delle storie; e finalmente che i fonti, o sorgive, le quali scaturiscono dalle pianure, generano paludi, per essiccazione delle quali bisogna scavare fosse, che divertiscano da esse le acque: e in fine conferma il suo sentimento col dire, che molti fiumi siano stati uniti, per artifizio d'uomini, ad altri, coll esempio del Tanai, dell' Eufrate, e della Volga; e che perciò si debba credere il simile di tutti gli altri.

Io, siccome non ardirei di negare, senza motivo, fatti d'istoria, non posso dubitare, che le acque d'alcuni fiumi non corrano per alvei scavati a mano, sapendosi, che quelle del Po furono unite in un sol alveo da Emilio Scauro; che la Brenta è stata cambiata di alveo dalla Serenissima Repubblica di Venezia; così il Lamone, ed il Reno nostro dalla Santa Sede; per non dire delle fosse tirate dal Nilo ad Alessandria, da Alessandro Macedone: di quelle fatte da Druso per lo Reno; da Tiberio per lo Tevere ec. ma per l'altra parte, sono ben di parere, che la maggior parte de' fiumi siano stati fatti dalla natura, e che, lasciandola operare da se sola, ella formerebbe col tempo gli alvei a tutte l'acque; come di molti, formati per sola disposizione di cause naturali, se n' hanno indizj evidenti. Poichè, se si considera la parte più alta della terra, cioè quella, che noi chiamiamo montuosa, si può ben facilmente comprendere, che le spaccature, le quali in essa da per tutto si trovano, per lo fondo delle quali scorrono i rivi, i torrenti, ed i fiumi, e che sono, come termini divisori d' una montagna dall'altra; e facile, dico, comprendere, ch' esse sono state fatte dalla forza dell'acque, che le ha scavate col corso; nella maniera già diffusamente spiegata nel Capitolo antecedente, osservandosi molte volte, che dalla maggiore, o minore profondità, viene determinata la distanza delle cime de' monti, che soprastano, dall'una, e dall' altra parte, al corso del fiume, benchè, a ciò fare, anche concorra la condizione della materia, di che sono formate, sì le montagne, che i fondi degli alvei. Quindi è, che per impedire l'escavazioni superflue, e dannose, e i dirupamenti della terra ad esse succedenti, sono obbligati gli abitanti di fare, e mantenere un'infinità di chiuse, che sono fabbriche, per lo più, di legnami, o di sassi, le quali colla loro altezza sostentano il fondo de' torrenti alla necessaria altezza.

Non può intendersi una fonte di nuova origine, che abbia qualche abbondanza d'acqua, e che col continuo aumento, uscendo dal proprio ricettacolo, e trovando esito da qualche parte verso il mare, non incontri o un declivio, per lo quale scorra, o una caduta, dalla quale precipiti, la quale essendo grande più del dovere, è necessario, che succedano escavazioni, che sono quelle, che danno l'essere agli alvei. Quando queste hanno potuto farsi seguitamente, si sono formati i letti continuati, ma incontrandosi ostacoli da tutte le parti, essendo sforzata l'acqua ad elevarsi di corpo, per trovare l'esito sopra gl'impedimenti, si sono formati i laghi, che servono di temporaneo ricettacolo a' fiumi, e talora si sono fatte cateratte, o cascate d'acqua, quando nella dirittura dell'alveo l' acqua ha trovati impedimenti, i quali non ha potuto superare col roderli; e che perciò hanno sostentata la parte superiore dell'alveo più alta dell'inferiore. Accade talvolta,

che i fiumi, scorrendo fra' monti, trovano voragini, che li assorbiscono: e però sono interrotti i loro alvei dalle montagne, che stanno in faccia del loro corso: queste voragini, o hanno esito al mare, o pure trasfondono le loro acque di nuovo sopra la terra, o formano nuovi fiumi: e questa è la ragione, per la quale se ne trovano di quelli, che entrano in laghi, ma non ne escono, e che alle volte si vedono scaturire dalla terra fiumi ben grandi piuttosto, che fontane, delle quali l'origine è tanto lontana, che non se ne tien conto. Toppo lungo sarebbe il voler quì rendere la ragione di tutti gli accidenti, che si osservano ne' fiumi dentro le valli delle montagne; ma sarà ben facile a chi che sia, sulla norma delle cose dette di sopra, d' indagarne le cause; onde passeremo a discorrere degli alvei fuori delle foci de' monti.

Io credo assai probabile, che poche siano nel mondo le pianure, che non siano figlie delle alluvioni de' fiumi, essendo state per l' innanzi, o seni di mare, o paludi, posciachè, se si osserverà la condizione del terreno disposto in istrati di sabbia, e di terra, come nel cavamento de' pozzi, o altri simili si riscontra; e se si farà riflessione alle materie in casi simili trovate, cioè a dire, pezzi di barche, giunchi, ed alghe marine, come riferisce il Bertazzolo essere accaduto nel cavare i fondamenti del sostegno di Governolo sul Mantovano, ed inoltre se si considereranno l'istorie antiche, come di Erodoto, che asserisce tutto l' Egitto essere composto di terra portata dal Nilo; e che la Lombardia bassa, quasi tutta è bonificata dopo due mila anni, dalle alluvioni del Po, e d'altri fiumi, che scendono dall' Appennino, e dall' Alpi; e finalmente se si avvertirà, che i fiumi, che scorrono per le pianure, hanno, in gran parte, bisogno d' argini, che vuol dire, che senza d' essi, sarebbero soggette le campagne alle inondazioni di acque per lo più torbide (alle quali vanno necessariamente connessi gl' interrimenti) bisognerà dire, che, siccome levando tutte le opere manufatte, le pianure si ridurrebbero in paludi, così prima, che fossero formati gli argini, non può essere di meno, che i piani delle campagne non si andassero elevando sempre più, col benefizio dell' acque torbide; e che perciò nel principio delle cause, fossero siti inondati, forse anche dall' acqua del mare. Ciò fa vedere, che gli alvei de' fiumi nelle pianure non sono fatti, come quelli fra' monti, per escavazione; ma solo per alluvione, cioè colla deposizione delle materie terree portate dall' acqua.

Egli è manifestissimo per un' evidentissima ragione, e per un' esperienza sempre costante, che i fiumi torbidi, i quali hanno il loro sbocco nelle paludi, nelle lagune, o anche in seni, e spiagge di mare di poco fondo, si formano le ripe da se medesimi, ed alzando il fondo de' propri ricettacoli, fanno loro cambiare natura, riducendoli in istato di terreno fertile [come è indubitato, essere succeduto a tutto il Ducato di Ferrara, a una gran parte di quello di Mantova, del Bolognese, del Modanese, del Mirandolano, della Romagna ec.] e che dentro gl' interrimenti, formano, e conservano l' alveo proprio; e perchè le acque vaganti facilmente perdono la direzione; secondando quella d' ogni picciolo impedimento, come si è dimostrato nell' ultima Proposizione; quindi è nata la tortuosità de' fiumi nel loro primo nascimento, inclinata però sempre secondo la direzione universale, verso quella parte dove l' acqua ha trovato più facile l' esito, e dove la maggior caduta l' ha destinata. Quindi è, che la superficie delle campagne viene, a un dipresso, ad essere disposta sul tipo della cadente della superficie de' fiumi, la quale avrebbe precisamente imitata, se la necessità dell' abitazione, non avesse obbligati gli uomini ad essiccare le campagne

coll'

coll'artifizio degli argini: accidente, che fa; che il piano di esse resti in molti luoghi più declive, e finalmente più basso del fondo de' fiumi; e che perciò richiedasi altezza maggiore di argini, per difenderle. Al contrario ne' luoghi, dove l'espansioni hanno avuto più lungo tempo da operare; dove l'acque sono state più torbide; e dove si sono unite più cause simili; ivi si sono fatti maggiori gl'interrimenti, e quantunque i siti siano più lontani dalla fonte del fiume: nulladimeno hanno il piano di campagna più alto, come si osserva nelle confluenze degli alvei formati in questa maniera.

E' anche regola generale, che le pianure fatte per alluvione sono più alte alle sponde de' fiumi, e scostandosi da queste, sempre si rendono più basse; e perciò ne' siti di mezzo a' due fiumi s' osserva una concavità seguita, dove l'acqua piovana delle campagne s' unirebbe, se la provvidenza degli uomini non avesse scavato in que' luoghi fosse proporzionate a ricevere l'acque degli scoli particolari delle campagne, ed a scaricarle, o nelle parti più basse de' fiumi medesimi, o al mare, o in paludi, secondo la contingenza. Ciò però è vero, qualunque volta il fiume, prima d' essere stato arginato, non abbia mutato sito da un luogo all'altro, in maniera da fare alluvioni quasi per tutto eguali; o non siano state trattenute le torbide dentro il circondario degli argini particolari, a ciò destinati; perchè in tal caso gl'interrimenti succedono quasi orizzontali. Le osservazioni di queste particolarità, che regolarmente si fanno nelle pianure, danno ben a conoscere, che gli alvei de' fiumi, che le bagnano, sono, per lo più fatti per alluvione dalla natura, non dall'arte; e che quando questa v' ha luogo, si danno indizj tali da conoscerlo, anche prescindendo da qualsisia notizia di fatti antichi.

I condotti dell' acque piovane riconoscono ben tutti il loro essere dall' artificio degli uomini, se non quanto, alcuna volta, possono avere per canale l' alveo derelitto d' un fiume, o altra simile concavità naturale. Lo stesso s' intende dell' acque de' fonti, che nascono nelle pianure, se esse sono in poca quantità; poichè tanto queste, quanto quelle, per correre regolate, richiedono escavazioni di canali; e la ragione si è, perchè, essendo chiare, non possono deporre materia alcuna; e perciò non vagliono a farsi l'alveo per alluvione, e perchè scorrendo per campagne, che hanno, a un dipresso, il declivio richieduto dal fiume, non possono, essendo molto minori di corpo, fare escavazione alcuna, e per conseguenza profondarsi un alveo sotto il piano della campagna. Egli è dunque necessario, che sopra de' terreni si spandano, e scorrendo sempre ad occupar i luoghi più bassi, procurino l'uscita da qualche parte, la quale, essendo l'acque vive, troveranno finalmente, se non altro, coll'alzamento della superficie, che rendendosi, o per sorgive temporanee, o per espansioni di qualche fiume ec. superiore agli ostacoli, li sormonterà; e sopra di essi acquistando quell' altezza, che proporzionata alla larghezza, e velocità, è necessaria per iscaricare tutta l'acqua, che di nuovo si va somministrando, terrà occupate, ed inondate tutte all'intorno, le campagne, che saranno più basse del livello dell' uscita dell'acqua, nella stessa maniera appunto, che succede ne' laghi. Ma non essendo le acque perenni, può darsi il caso, che siano sì bassi gl' impedimenti da superare, ch' ogni poca altezza d'acqua basti, per iscaricarne una parte, e cessando l' afflusso (siasi o per siccità, o per altro) cessi il corso fuori dello stagno, e l'acqua impedita resti trattenuta, fintanto che il sole, o il vento la consumi in vapori; o pure ch' essa da se medesima s' imbeva ne' pori della terra.

Quin-

Quindi è, che per efficcare gli stagni, e le paludi, mezzi proporzionati sono, o la diversione dell'acque, che le fomentano, e mantengono; o la rimozione degl'impedimenti, che le sostentano ad un'altezza non necessaria: che vuol dire, l'escavazione d'emissari, e canali proporzionati; ovvero in ultimo luogo, quando ogni altro mezzo si riconosca frustraneo, la immissione di acque torbide, che elevino il fondo della palude, uguagliando con ciò le concavità, che servono di ricettacolo all'acque stagnanti. L'elezione dell'uno, o dell'altro di questi mezzi, dipende dalla considerazione di tutte le circostanze; poichè, se vi sarà luogo a proposito per divertire, o regolare le acque, che hanno il loro sfogo nelle paludi; sano consiglio è di praticar questo mezzo, qualunque volta però il fondo di esse sia tant'alto, quanto basta per tramandare al suo termine le acque, che sopra vi pioveranno.

Ma, se avendo il fondo della palude questa ultima condizione, sarà effetto de' soli ostacoli la stagnazione, e la elevazione dell'acque, in tal caso basta, colla rimozione degl'impedimenti, dare sfogo proporzionato all'acqua ristagnata, e portarla per canali manufatti a qualche termine reale; ed occorrendo, scavarne degli altri per mezzo della palude, che servano a dar passaggio all'acque, che dentro vi mettono, o che debbono uscirne. E finalmente, se il fondo della palude non avrà la caduta necessaria al suo scarico, è d' uopo di procurargliela con l' arte, elevandole, coll' acque torbide, il fondo, il quale ridotto che sia ad un altezza sufficiente, bisogna poi praticare uno de' due mezzi suddetti: senza di che mai non si arriva ad una perfetta efficcazione.

Già che siamo entrati a discorrere delle paludi, non sarà che bene, per fine di questo Capitolo, di avvertire una considerazione assai necessaria alla materia, di cui si tratta. Alcuni hanno creduto, che le paludi siano un errore della natura, e che perciò bisogni sempre cercare di correggerlo. Io però le stimo in molti casi, non so, se mi dica, o una necessità; o un artificio della natura medesima, la quale somministra agli uomini il comodo, di tenere asciugate campagne vastissime, col sottometterne all'inondazione una picciola parte. Poichè, prima egli è evidente, che molte terre sono così poco alte sopra il termine, il quale dee dar loro lo scolo, che se l'acque, anco scolatizie, dovessero unirsi in un alveo solo, continuato fino al termine predetto, dovrebbero avervi altezza tale, che manterrebbe pantanoso tutto il terreno vicino, cosa, che non succede, quando l'acque escono presto da' loro condotti, e trovano un'espansione, e profondità considerabile, dove trattenersi per qualche tempo, e fino all'estate, che può in gran parte consumarle. Quindi è, che si trovano molti stagni, che non hanno esito alcuno, e servono ne' tempi piovosi come di picciolo mare, a dare ricetto alle acque delle campagne contigue. (2) molti fiumi scorrono per campagne, e danno ricetto agli scoli delle medesime; perchè, entrando nelle paludi, mantengono il loro fondo più basso, che non farebbero, interrito che fosse il fondo delle medesime. Sia A B il fondo stabilito di un fiume influente in una palude, di cui la superficie orizzontale sia B C, e che uscendo dalla medesima, scorra per lo fondo C D parallelo ad A B; e sia E F il piano della campagna superiore alla palude. Ciò posto, egli è evidente, che la campagna E F può avere scolo, sì nel fiume A B, sì anche, e molto meglio, sopra il pelo della palude B C; ma interrita che questa sia, egli è certo, per le cose dette di sopra, che il fondo A B si eleverà in G C, per mantenere la caduta proporzionata al suo corpo d'acqua; e perciò non potranno le campagne avere lo scolo, nè nel fiume, nè nella *Fig. 38.*

pa-

palude; ma solo nella parte inferiore C D, il che può essere impedito per più cause, cioè o per l' unione di qualche altro fiume; o pure perchè s' incontri la spiaggia del mare, che suol essere d' impedimento allo sbocco de' piccioli condotti; e perciò, non potendo l' acque piovane avere più ricetto, bisognerà, che restino a coprire le campagne, dalle quali prima derivavano, il che maggiormente accaderà a que' siti, che necessariamente debbono avere lo scolo nella parte del fiume, superiore al punto C. Casi simili, derivati dal prolungamento degli alvei dentro le paludi, si vedono frequenti nel nostro territorio di Bologna, nel Ferrarese, e nella Romagna; perchè essendo le campagne disposte a scolarsi sopra il pelo basso dell' antica Padusa, ch' era orizzontale a quello del mare; ed essendosi questa divisa in più parti, ed alzata di fondo, e di pelo, per le alluvioni, si vedono quasi tutti i fiumi obbligati a scorrervi dentro, così alzati di letto, che restano superiori di molto al piano delle campagne, negando con ciò lo scolo a' terreni; anzi inondandoli, ed ampliando, ogni dì maggiormente, le paludi in vece di renderle fertili, come sembra, che dovrebbe succedere, dopo gl' interrimenti, a chi non è capace di considerare, a quale altezza dovrebbero questi elevarsi, per potere scolarsi dentro gli alvei de' fiumi vicini; mentre per l' impedimento degli altri fiumi inferiori, non possono avere la strada aperta al mare per cavi separati. Questa è la ragione, per la quale non sempre sono utili le bonificazioni per alluvione; bensì quelle per essiccazione, particolarmente, quando si fanno per via di diversione di acque copiose, e per rimozione degli ostacoli, che fanno stagnanti le acque; essendo per altro (fuorchè ne' casi, ne' quali le terre hanno pochissima pendenza al termine dello scolo) insensibile l' effetto del prolungamento de' cavi manufatti, particolarmente, quando questi si mantengono espurgati, ed escavati alla dovuta profondità.

CA-

CAPITOLO VII.

De' moti, che s' osservano nell' acque de' fiumi in diverse circostanze.

Abbiamo toccate, in più luoghi di questo trattato, molte particolarità concernenti al movimento dell' acqua, dentro gli alvei de' fiumi secondo che ha portato l' occasione, e la materia; ma perchè ve ne restano molte altre, che meritano e di essere avvertite, e di essere risolute nelle loro cause, perciò ci daremo a considerarle separatamente in questo Capitolo, passando dall' una all' altra, coll' ordine medesimo, che porta il progresso d' un fiume, dal suo principio al suo fine.

Per intraprendere dunque questa ricerca, imaginiamoci una fonte, che dia il primo alimento ad un fiume, somministrandoli, per esempio, in un secondo di tempo, cento determinate parti d' acqua, le quali, per uscire dalla vasca del fonte, siano obbligate a passare per la sezione d' un canale, la quale sia tanto angusta, che atteso la velocità, la quale possono avere in essa le parti dell' acqua, nell' uscirne, non permetta il passaggio, che alla metà di esse, nel detto tempo di un secondo. Se ciò è, parimente è necessario, che la metà dell' acqua, che dà il fonte, sia trattenuta nel ricettacolo; e che perciò elevandosi di superficie l' acqua dalla vasca, cresca egualmente in altezza dentro la prima sezione, sin tanto che questa o per l' accrescimento dell' area, o della velocità, rendasi capace di scaricare, in un dato tempo, tant' acqua, quanta nel medesimo viene somministrata dalla fonte.

E quì, prima d' inoltrarci maggiormente nella materia, sono d' avvertirsi alcune particolarità intorno al modo, con che si dispongano le velocità di una perpendicolare d' una sezione d' un fiume, considerandole dentro il complesso delle circostanze, che ordinariamente loro avvengono: perchè, spiegato che ciò sia, darà gran lume a quello siamo per dire da quì avanti. E prima è da considerarsi, che trovandosi l' acqua trattenuta, come si è detto, per metà, *l' altezza dell' acqua nella prima sezione* d' un canale orizzontale (che per ora suppongo annesso all' incile della vasca) *non crescerà il doppio, a cagione del doversi* per essa *scaricare acqua duplicata; ma molto meno;* e la ragione si è, perchè non solo la sezione diventa più grande; ma anco più veloce: essendo che nel crescere l' acqua in altezza, aggiunge qualche grado di velocità alle parti inferiori; e conseguentemente la velocità media riesce maggiore nel secondo caso, che nel primo; ond' è, che ad effetto di pareggiare l' entrata coll' uscita, non v' è necessario di doppia altezza nell' acqua. Noi abbiamo dimostrato in altri luoghi, che *supposto, che A B sia l' altezza dell' acqua*, ch' esce dal fonte, *le velocità saranno disposte nella parabola B A C;* ed è certo, *che trovandosi una velocità media frà le maggiori, e le minori*, come D E, *non si varierebbe l' altezza dell' acqua;* perchè tanto sfogo avrebbero tutte le velocità dovute a' punti di A B, essendo ogn' una eguale a D E, quanto ne hanno le medesime; ma diseguali B C, D E, ec. come porta la natura della parabola B A C. Fig. 39.

Per la stessa ragione *non si varierebbe l'altezza, se scemandosi la velocità dell' acqua in un punto d'una perpendicolare, s'accrescesse egualmente, in un altro punto della medesima*; come per esempio, se le velocità fra D, e B, fossero impedite di maniera, che tutta la parte levata da esse, alla residua stesse, come la figura E G C, alla D E G C B; e l'una e l'altra, prese insieme componessero la somma delle velocità non impedite; ma per lo contrario le velocità fra A e D fossero, per qualsisia causa, accresciute, e l'accrescimento fosse la figura A F E, eguale alla E G C; è ancora manifesto che essendo la somma delle velocità contenute nella figura B A F E G C, eguale alla somma delle velocità della parabola B A C, manterrebbesi l'altezza medesima A B: e generalmente, *quando la velocità media non resti alterata, qualunque siasi la inegualità delle velocità* maggiori, o minori, *è impossibile, che l'altezza dell'acqua si vari*; ma *quando le velocità in alcuni punti della perpendicolare A B, si sminuissero: e negli altri, o di niuna sorte, o non quanto basta, si accrescessero; cioè a dire, ogni volta, che la velocità media si diminuisse, converrebbe, che l'altezza della sezione*, della quale si suppone invariata la larghezza, *si facesse maggiore*.

Fig. 40.

Come per esempio, se le velocità della perpendicolare A B fossero sminuite da D in B, quanto è il valore della figura E F C, e fra A, e D non fossero mutate di sorte alcuna, non potrebbe mantenersi l'altezza A B; ma bisognerebbe, che l'acqua si elevasse in H, tanto che tra le velocità di A H aggiunte di nuovo, contenute nella figura A H I, e gli accrescimenti fatti per tale alzamento alle velocità di A D, contenuti nella figura A I E, si facesse l'accrescimento A H I E eguale al difetto E F C. Tralascio quì di considerare l'aumento delle velocità in D B; poichè, messo egli a conto, non fa altro, che rendere un poco minore l'altezza A H, e la figura A H I E, la quale dovrà essere sempre eguale alla E F C, ristretta a minor mole. Tutto ciò si dee intendere non solo ne' casi, ne' quali le velocità terminano alla circonferenza di una parabola intera; ma ancora in quelli, ne' quali le velocità di una perpendicolare sono terminate, di tua natura, dall'arco d'un segmento parabolico. Da ciò rendesi manifesto, che non mutandosi la quantità dell'acqua somministrata dal fonte, sempre le somme delle velocità saranno eguali fra loro, dovendo sempre equivalere alla parabola A B C; ma le altezze potranno essere disuguali, se si varierà la velocità media di tutta la sezione; e perciò, come si è dimostrato *nel primo libro della Misura delle acque*, le quantità delle acque sono proporzionali alle somme della velocità di tutta la sezione; e parimente sono in proporzione composta di quelle delle sezioni, e delle velocità medie delle sezioni medesime; e ciò è vero, o sia impedita, o no, la velocità dell'acqua.

Fig. 41.

Per accostarsi più da vicino a ciò, che abbiamo in animo di spiegare; intendasi correre l'acqua colle velocità della parabola B A C; e suppongasi, che, per lo sfregamento del fondo, l'acqua sia impedita; e sebbene abbia un'altezza, che possa produrre tutta la velocità B C; nondimeno, detratta la forza degl'impedimenti, non produca, che la B D: e così restino sminuite tutte le velocità superiori, ma sempre meno, di maniera che le velocità così impedite terminino alla curva A E D: egli è ben evidente, che essendo levata dalla parabola la parte A E D C, non potrà, coll'altezza A B, avere l'acqua tutto lo sfogo, che l'è necessario; ma bisognerà, che si elevi, v. gr. in N. Imprimendo dunque con tale accrescimento di altezza, maggiore velocità a tutte le parti dell'acqua sottoposte; accrescerà la B D, v. gr. in P; e tutte le altre proporzionalmente, in manie-

Fig. 42.

niera che coll' elevarsi che farà successivamente l'acqua, e coll'accrescersi nel medesimo tempo le velocità dell'acqua inferiore; alzata che sia l'acqua in N, si sia fatto l'accrescimento A N O, eguale al difetto P O C; sarà dunque la linea N O P quella, che regolerà le velocità impedite della perpendicolare N B, e che più, o meno varierà dalla natura della parabola, secondo che maggiori, o minori saranno gl' impedimenti del fondo.

Di nuovo, mettendo a conto quello, che può nascere dalla viscosità dell'acqua, perchè, a cagione di questa, le parti più veloci aggiungono della velocità alle meno veloci, perdendone esse altrettanta, ne segue, che le parti più veloci, v. gr. X Y, resteranno veloci, come X Z, e che si toglierà la convessità della linea N O P, la quale perciò nella parte superiore N V, sarà sensibilmente una linea retta, che esprimerà la velocità, che riceve l'acqua, communicatale dalle parti inferiori più veloci; e molte volte acquistata dall'acceleramento per la discesa, come si è detto *nel Cap.* 4. Tale trasformazione di linea dee succedere di maniera, che la figura N V Z S B, sia eguale alla N Y P B: e conseguentemente alla parabola B A C; ma non si dee mutare l'altezza N B; posciachè quella causa medesima, che aggiunge velocità ad una parte, altrettanta ne toglie ad un' altra. Ecco adunque in qual maniera gl'impedimenti, e le circostanze alterano la linea regolatrice delle velocità, che prescindendo da ogni impedimento, e supponendo una perfetta fluidità nell' acqua, dovrebbe essere parabolica; o un segmento della medesima, quando vi abbia luogo l'accelerazione della discesa per lo pendio dell'alveo.

Fig. 43.

Tre adunque *sono i casi, secondo i quali si regolano le velocità delle acque correnti*. Il primo è, *quando il fondo del canale è orizzontale:* ed in questo caso *la linea regolatrice*, parlando teoricamente, *dovrebbe essere perfettamente parabolica;* e praticamente, la figura, che forma la somma delle velocità, sarà sempre eguale ad una semiparabola, ed avrà l'asse tanto maggiore, quanto le resistenze del fondo, e delle sponde saranno maggiori; con questa regola, che le predette linee regolatrici s' accostino sempre più alla natura della parabola, quanto minori sono gl'impedimenti; quindi è, che *se le* predette *resistenze* saranno disuguali, *e maggiori nel principio, minori nel fine dell' alveo: dovrà andarsi diminuendo l' altezza dell' acqua*, la cui superficie, perciò sarà inclinata dalla parte del corso. Ma *se le* medesime *resistenze continuassero sempre d' una maniera uniforme, sarebbe necessario, che l' altezze dell' acqua sopra il fondo del canale fossero per tutto eguali, supposta eguale la larghezza di tutte le sezioni;* e per conseguenza, che la superficie dell' acqua fosse parallela al fondo, ed anch'essa orizzontale.

Il secondo caso è, *quando il canale si trova inclinato; e di maniera, che, correndo l' acqua per esso, acquisti velocità maggiore, tanto in superficie, che nel fondo:* ed allora *la somma delle velocità*, parlando pure teoricamente, *sarà un segmento parabolico, tagliato da una parabola, il cui asse sia la perpendicolare della sezione, prolungata sino all' orizzontale del principio dell' alveo.* Ma *mettendo a conto le resistenze*, secondo la diversa attività di queste, acquisterà diversa natura; e *bisognerà sempre, che le linee della velocità* d' una perpendicolare, *formino una figura eguale al detto segmento;* quando poi le resistenze continuassero sempre le medesime, allora, o il canale sarà ridotto all' equabilità, o no: se l' acqua del canale sarà resa equabile, continuerà anche la medesima altezza dell' acqua; la cui superficie perciò sarà parallela al fondo: ma se potrà ancora accelerarsi, scemerà, appoco a appoco, l' altezza dell' acqua medesima, sino al termine dell' acceleramento.

Il terzo caso, ch' è il più frequente, e tanto, che ne' fiumi raffettati di corso, può quasi dirsi universale, si ha quando, benchè il fiume sia qualche poco declive, ha però tale altezza viva, che può dare la velocità alle parti inferiori dell'acqua; ma le superiori, scorrendo al basso per una linea declive egualmente che il fondo dell'alveo, si vanno qualche poco accelerando; di maniera che le velocità, parte sono dovute alla pressione delle superiori, parte all'accelerazione. E quì è evidente, che, *supposta* Fig. 44. *A B l'altezza dell'acqua, e D il termine delle velocità terminanti alla parabola* E C, di modo che D E sia la medesima, o si consideri fatta dall' accelerazione, o dalla pressione, *le velocità tra D, e B termineranno al segmento* E C, *e le altre tra A, e D termineranno ad un altro segmento pure parabolico F E;* ma considerando gli effetti delle resistenze ec. a' due segmenti delle linee di sopra enunciate; siccome adunque in questo caso la somma delle velocità sarebbe la figura B A F E C, così, togliendosi l'effetto dell'accelerazione, cioè A F E, bisognerà, che l'altezza A B, sia maggiore, quel tanto, che basta a compire una parabola intera, eguale alla predetta figura; il quale accrescimento però sarà insensibile, perchè colla nuova altezza, aggiungendosi velocità a tutte le parti dell'acqua, la parabola si renderà più ampia, ed in gran parte supplirà coll'ampiezza, e nel resto coll' altezza, al difetto A F E.

Tutto ciò si è detto, non solo per dimostrare la maniera, colla quale, secondo le diverse circostanze, si dispongono le velocità di una perpendicolare d' un' acqua corrente, nell'uscire da' ricettacoli delle proprie fonti, nel che non è ella sottoposta alla moltiplicità degl' impedimenti, che in altri luoghi fanno perdere l'uso a tutte le regole; ma ancora per far vedere, come possano, coerentemente a' nostri principj, spiegarsi l'esperienze, colle quali altri hanno trovate le acque più veloci in superficie, che nel mezzo, e nel fondo: altri più veloci nel mezzo, che nel fondo, e nella superficie, ed altri, più veloci nel fondo, che in altro luogo; poichè, quantunque quest'ultimo sia più coerente alla natura dell' acque; possono però essere vere, per accidente, e per l' efficienza degl' impedimenti, e delle circostanze, l' esperienze sopraddette; siccome per lo più è vero in fatti, che l'acque de' fiumi sono più veloci nel mezzo, che in altri luoghi.

Uscendo adunque l' acqua dalla vasca di un fonte per un emissario competente, troverà il canale o orizzontale, o inclinato; e l' inclinazione o sarà tale da permettere maggiore acceleramento a tutte le parti dell' acqua; o solo alle superficiali: ed in ognuno de' casi, già abbiamo detto, in qual modo si debbano disporre le velocità di una perpendicolare. Queste velocità, non solo prendono la direzione delle sponde del canale; ma ancora quella del fondo del medesimo: ed essendo la natura dell' impeto, tale, che impresso una volta in un mobile, e cominciato ad esercitarsi verso una parte determinata, non si estingue mai, nè muta direzione, se ciò non sia a cagione degl' impedimenti incontrati; ne segue, che quanto a se, l'acqua continuerebbe a muoversi per la primiera direzione: ma perchè la di lei gravità la tiene sempre unita al fondo dell'alveo, ch' è la parte più bassa; perciò mutando il fondo declività (siasi o maggiore, o minore) è d'uopo, che l'acqua medesima muti la direzione, accrescendo, o diminuendo l'impeto, secondo le circostanze.

Se il fondo d'un alveo di fiume, fosse un piano perfetto, non darebbe esso alcuno impedimento alle di lui direzioni; ma perchè, particolarmente *fra le montagne, gli alvei de' fiumi sono assai scabri, come che ripieni di sassi;* quindi è,

di è, che sebbene la direzione di tutta l'acqua è inclinata ad una sola parte; i moti però particolari della medesima, si fanno quasi da tutti i lati: poichè l' incontro de' sassi la obbliga a divertire lateralmente da una banda, e dall'altra: ed incontrandosi queste direzioni, ne nascono certi come bollimenti di acqua, e talora vortici. Per la stessa ragione, dall'incontro de' sassi *in parte ristagnata, ed in parte ribattuta verso la superficie l' acqua corrente, cagiona un gonfiamento nella propria superficie*, il quale sta in un continuo disfarsi, e ripararsi, il quale pure in poca altezza di corpo d' acqua può passare per uno spezzamento di onda; ma, *quando l' acqua è assai alta, non si rompe già la di lei superficie; ma si ripiega con un continuo, e stabile ondeggiamento*. Per maggiore intelligenza di ciò, suppongasi, che la linea F A sia il fondo di un fiume, per lo quale scorra l'acqua, la cui superficie sia D E, e sia detto fondo così inclinato, che l' acqua arrivata in E, abbia un impeto, o velocità dovuta alla discesa G E: ed ivi ritrovi l' impedimento A B, il quale faccia angoli ottusi colla direzione D E; ed inoltre sia la di lui altezza perpendicolare, molto minore della G A, e la lunghezza tale, che possa essere scorsa, non ostanti gl'impedimenti, per virtù dell'impeto prima conceputo dall' acqua. Ciò posto, arrivata che sia l'acqua in F, non v'ha dubbio, che incontrando l' ostacolo A B, non sia per ritardarsi; ma non interamente; onde, conservando qualche parte del proprio impeto, potrà scorrere per l'acclività A B, ed anche sormontarla, finchè trovando la discesa libera per B C, possa continuare il suo corso. In questo caso egli è evidente, che sebbene una porzione di acqua ricadesse da B in E, ciò però non ostante, la forza di D E di nuovo la rispingerebbe verso B, e se a tanto non bastasse, una parte ristagnerebbe nella concavità E, e facendo crescere l'altezza fino ad A H, abbrevierebbesi, e renderebbesi meno acclive la strada H B, la quale finalmente potrebbe essere scorsa dall'acqua, mediante l'impeto acquistato per la discesa D H. Quindi è manifesta la ragione, per la quale, *quando un fiume di tal sorte incontra un ostacolo, si alza la di lui superficie sopra l'ostacolo medesimo, più di quella, che le sta attorno; e se l'ostacolo è continuato da una ripa all' altra*, come sarebbe una chiusa, o pescaia, *tutto il fiume corre, in qualche parte, all' in sù*, prima anche di arrivare all'ostacolo, sopra del quale sta a perpendicolo la maggior altezza del corso acclive. E questa è una eccezione alla regola, *che l' acqua sempre corra al basso*. Fig. 45.

Da ciò, che si è detto finora, si può desumere un indizio per conoscere, se un fiume corra per impeto preconceputo: e si avrà dall' osservare, *se incontrando degli ostacoli nel fondo, s' alzi la di lui superficie sopra di essi*; poichè egli è certo, che *la forza della sola altezza non può fare ribalzare l' acqua, più alto della superficie regolare del fiume*; essendo eguale il contrasto dell' acqua superiore alla forza del ribalzo; e da ciò pure deriva, che, posti gli ostacoli medesimi del fondo, in diverse altezze dell'acqua, non sono eguali *i gorgogliamenti della superficie*, i quali sempre *sono maggiori in acqua bassa, che in piena di fiume*; posciachè, non dipendendo l'impeto dell'acceleramento dall'altezza dell'acqua, ma solo dalla quantità della discesa; resta egli invariato, sia alto, o basso il fiume: ma per lo contrario, *la resistenza, che fa all'acqua ribattuta verso la superficie il corpo della medesima, è maggiore, quando altresì è maggiore l' altezza dell' acqua*: il perchè è necessario, che allora succeda più sensibile l'effetto, quando la resistenza al risalto dell' acqua è minore, cioè, quando il fiume è più basso; ond'è, che per eleggere i guadi sicuri, si ha risguardo a' luoghi, ne' quali l' acqua, risentendo le asprezze del fondo, si frange: segno della minore altezza in que' luo-

ghi: e si sfuggono quelli, ne' quali il fiume sembra correre più eguale; poichè ivi è sempre maggiore profondità.

Tutto il contrario succede a quegl' impedimenti, che spuntano fuori dell' acqua, come sono le ripe de' fiumi; poichè *non tanto s' alzano le acque vicino a' froldi, in fiume basso, quanto nella piena di esso*; e la ragione si è, perchè, quando il fiume è pieno, maggior copia d'acqua viene impedita, e perciò dee maggiormente alzarsi, che quando è mezzano, o basso: concorre anco a ciò parzialmente *il rinfrangersi, che fa l' impeto della discesa, maggiore in acqua alta, che in acqua bassa*; sì perchè la superficie è più lontana dagl' impedimenti del fondo; sì ancora perchè la cadente del pelo è più declive; Questa pure è la causa, che *un palo piantato dentro l' alveo d' un fiume, se questo è basso, o poco veloce, viene lambito dolcemente dall' acqua: ma essendo il fiume pieno, o constituito in velocità considerabile, s' eleva l' acqua incontrandolo*.

Il *mantenersi dell' acqua più alta, vicino alle concavità delle botti, che sopra le spiaggie all' incontro*, procede dal continuo farsi, e disfarsi di tale altezza; poichè nel tempo, che l'acqua elevata sopra il livello della sua vicina, tenta di spianarsi sulla superficie di essa, ne sopraggiunge dell' altra, che ritorna in essere l' effetto primiero; quale perciò tanto dura, quanto le cause, che lo producono.

Un non so che di simile s' osserva nelle cadute dell' acque per li canali molto declivi, e ristretti, i quali terminano in canali molto meno declivi, e più larghi. Sia il canale più declive A B, ed il meno declive B G, e sia la lunghezza del canale A B: discenda l' acqua per A B, accelerando il suo moto, ed abbia in B quella velocità, ch' è dovuta alla caduta C H: Supponiamo ancora, che *l' acqua*, uscendo da B, ed *entrando nel canale B G meno declive, ma più largo*, richieda, per iscaricarsi, l' altezza B E minore della C H: s' osserva in tal caso, che l' acqua per A B *non porta la sua superficie C D, ad unirsi con quella di E F: ma si profonda, come in E D, sotto del livello E F, e l' acqua resta in E D sospesa, conservandosi la superficie dell' acqua corrente in C D E F*. La ragione di questo fenomeno è, che avendo l' acqua, per la discesa, acquistata velocità maggiore di quella, che possa produrre l' altezza F B; è necessario conseguentemente, ch' essa scacci l' acqua I D B dal suo luogo, e continui il corso per I B: e perchè l' acqua B D uscita dal canale A B, ricerca l' altezza B E; perciò arrivata in B, si eleva in E, e comincia a discendere in E D I; e perchè arrivata in D, è trasportata con maggiore velocità di quella, possa ella essere somministrata, cadendo da E in D, essendo maggiore la velocità della discesa C D, di quella dell' altezza F D; perciò è necessario, che vi resti il vacuo E D I, se non in tutto, almeno in parte. Per la stessa ragione, possono sostentarsi alla medesima altezza I E, le sponde di acqua laterali al vacuo I D E; le quali però, comecchè vanno somministrando maggior copia d' acqua alla vacuità I D E, la renderanno minore; onde più sensibile sarà l' effetto predetto, se continuandosi le sponde del canale inclinato, impediranno la caduta dell' acqua laterale. Il medesimo effetto s' osserva, se annesso al canale inclinato ne succeda uno, o orizzontale, o poco inclinato; ma della medesima larghezza del predetto, e che finalmente termini in uno assai largo: poichè nel canale di mezzo si vedrà l' acqua correre colla superficie molto più bassa, che nell' inferiore più largo, continuando per qualche tratto nel canale di mezzo la velocità acquistata nella discesa per lo primo; e vi è apparenza, che se il detto canale di mezzo fosse lungo considerabilmente, la superficie dell' acqua corrente per esso si dovrebbe rendere acclive, a misura, che le resistenze di esso impedissero la velocità, acquistata nella discesa per lo canale inclinato.

Fig. 46.

E' oi-

E' osservazione accertata, che molte volte *nelle piene de' fiumi, gonfi l' acqua nel filone*, di maniera, che alcune volte riesca ella in tal sito più alta delle sponde del fiume. Ciò succede, perchè essendo nel sito del filone l'acqua più veloce, ogni impedimento, che trovi, per picciolo che sia, le toglie molto dell' impeto antecedente; e perciò bisogna, che l' acqua s' elevi più in detto luogo, che negli altri, ne' quali essendo l' acqua meno veloce, e con poco impeto; ancorchè gl' impedimenti egualmente operassero, sottentrerebbe l' altezza dell' acqua a restituire la velocità perduta; e per conseguenza, non facendosi ivi tanta perdita di velocità; nè meno dovrebbe farsi tanta altezza; e da ciò si deduce la ragione, per la quale *i fiumi di corso debole nelle piene, e quelli, che nell' abbassarsi perdono considerabilmente la velocità, e l' impeto, hanno in tale stato la superficie affatto eguale, e senza veruno colmeggiamento*. E questo è un altro indizio per conoscere, quali siano i fiumi, che hanno l' acqua, almeno in superficie, veloce per acceleramento di caduta.

Quegli, che vogliono assicurarsi del sito del filone d' un fiume, osservano, quale sia la strada, che tengono le materie leggieri portate dall' acqua, come sono foglie d' arbori, pezzetti di legno, spume, e simili, e giudicano, quella essere il sito del filone. Ciò è appoggiato ad un ottima ragione: perchè realmente *i galleggianti debbono appoco appoco ridursi nel sito, nel quale l' acqua è più veloce, ed arrivativi, non possono, che per accidente, partirsene*; posciachè, avendo ogni corpo qualche grandezza, è portato, o spinto da più linee d' acqua, che, secondo la diversa distanza dalla ripa, sono meno veloci; e perciò quella parte di esso corpo, ch' è più verso il mezzo del fiume, viene a ricevere più di moto, che la più lontana; quindi è necessario, che il corpo tutto si volti in giro verso il filone; e facendo ciò, viene ad opporsi al moto di più altre linee d' acqua, di velocità difforme; e perciò sempre più viene ad accostarsi al filone medesimo, sin tanto, che trovi tal sito, nel quale tanto la parte destra, quanto la sinistra siano spinte di moto uniforme; il che solo si ha nel luogo del maggior corso, cioè nel filone, o vicino ad esso.

E' superfluo di ripetere in questo luogo le cause, per le quali, *negli alvei diritti, il filone mantiene il sito di mezzo dell' alveo, e ne' tortuosi passa da una sponda all' altra, accostandosi alla ripa* nel vortice delle corrosioni, e delle botti; e parimente, per qual cagione *il* medesimo *filone segua*, col suo andamento, *la maggiore profondità dell' alveo, e talora l' obliquità delle sponde*; poichè questi, ed altri simili problemi sono stati spiegati ne' Capitoli antecedenti. Passo adunque a considerare due particolari, che sono i vortici, che si fanno ne' fiumi; ed i gorghi, che si generano negli alvei de' medesimi. Quanto a' primi, è da sapersi, che questi sono di due sorte; posciachè *altri derivano dalle voragini, che assorbiscono l' acqua dal fondo, o dalle sponde de' fiumi*, e sono causati da due direzioni combinate, l' una perpendicolare verso il foro della voragine, l' altra o orizzontale, o inclinata lungo il corso del fiume. Nella generazione di questi vortici ha anche gran parte la pressione dell' aria; e perciò molte volte sono aperti, e come forati nel mezzo a modo d' un imbuto; onde è, che l' acqua, cadendo con gran velocità nel vacuo del foro predetto, porta al basso i corpi galleggianti, che vi precipitano dentro, spinti dall' aria superiore, che fa sforzo per sottentrare nel luogo di quella, che dal vortice medesimo continuamente viene ingoiata: accidente, che apporta un grandissimo pericolo alle navi, che sopra vi passano. Di tali vortici se ne trovano non solo ne' fiumi, ma anche nel mare, le proprietà, e cause de' quali sono state diffusamente, e seriamen-

mente trattate dal Signor Geminiano Montanari, già mio riverito Maestro, nella sua operetta postuma, intitolata *Le Forze d' Eolo*.

Gli *altri vortici de' fiumi si chiamano ciechi*, e non sono altro, che certe circolazioni senza veruno assorbimento d'acqua, ch' esca dall' alveo del fiume, cagionate dalla diversità delle direzioni, fatte, o dall' inegualità del fondo del fiume; o dall' incontro delle ripe, ed altri ostacoli; o dalla disugua-glianza del livello nelle parti dell'acqua. E questi, o sono mutabili di sito; o no, secondo che le loro cause efficienti, o sussistono sempre nel medesimo sito dell' alveo, o pure mutano luogo, e cessano. I primi sono frequentissimi, e per lo più sono portati a seconda della corrente, risolvendosi in nulla in breve spazio di tempo, per lo conato, che fa la direzione del corso primario del fiume, di unire a se medesima, quella di tutti gli altri moti; ma i secondi, se non sono tanto frequenti, sono ben più considerabili per li cattivi effetti, che partoriscono nell' escavazioni, che succedono al fondo, e nella corrosione delle ripe. Riconoscono questi il più delle volte l' inclinazione degli ostacoli ad angolo retto, o acuto contro la corrente, da' quali è ribattuta la direzione dell' acqua verso la ripa; e non trovando esito, è obbligata a rivoltarsi all' insù, sin tanto che, unendosi col corso del fiume, viene di nuovo rispinta al basso. Nelle parti inferiori di questi vortici, trovasi l' acqua molte volte più alta, che nelle superiori, a causa degli ostacoli, che fanno elevarla; e perciò, tanto più facilmente succede il moto contrario al filone; dal quale, quanto più il vortice è tenuto stretto alla ripa, tanto maggiormente opera contro di essa.

In questa maniera si generano i vortici nel principio delle corrosioni, e vicino a' ripari, ed alle ale de' ponti: e dalla medesima causa derivano quelli, che succedono al di sotto delle cateratte, poichè dalla violenza di esse assottigliandosi, e ristringendosi il corpo d' acqua, è necessario, che dopo la caduta, si rifranga impeto così grande, nel contrasto fattoli dal fondo; e perciò, che l' acqua ritardata s' alzi di corpo: il che succedendo maggiormente verso il mezzo della cascata (per la stessa ragione, che rende il filone più alto dell' acqua dalle bande) e non trovando l' acqua elevata, sostegno laterale, comincia a scorrere di quà, e di là, ed a tormentare perciò le sponde; le quali, cedendo, allargano in quel sito l' alveo, più che nelle parti inferiori, dove restringendosi le ripe, a proporzione del corpo d' acqua, che dee correre tra esse, vengono ad opporsi in parte alla corrente, non ancora tutta diretta al lungo dell' alveo; e perciò è sforzata una parte dell' acqua a radere con moto contrario la sponda medesima, che vuol dire, a formarvi un vortice.

E' ben regolare ne' fiumi, i quali hanno le ripe parallele, anzi in quelli, che non hanno, che una sola ripa da ciascuna parte; che *la maggiore velocità*, cioè il filone, *stia sempre perdendicolare al maggior fondo, e che la direzione delle parti inferiori dell' acqua sia la medesima con quella delle superiori*. Ma egli è ben anche vero, come abbiamo dimostrato nel Capitolo antecedente, che la diversa situazione delle sponde inferiori, mezzane, e superiori, fa, che le direzioni dell'acqua in diverse altezze, s' inclinino fra loro, e perciò siano idonee, anche sole, a generare de' vortici stabili. E di quì nasce ancora, che i vortici non sempre sono continuati dalla superficie al fondo del fiume; poichè ve ne sono di quelli affatto superficiali, come nati dall' incontro della direzione dell' acqua superficiale colle sponde più alte ec. e degli altri, che hanno l' essere solamente da cause operanti vicino al fondo, i quali poco, o nulla si manifestano alla superficie; e perciò

si dà

si dà il caso, che si osservi in un fiume basso, o mezzano, qualche vortice, o altro moto particolare, che in acqua alta non fa apparenza veruna; e può anch'essere, che in acqua bassa si trovino de' moti accidentali, i quali realmente cessino, quando il fiume è pieno, cioè a dire, quando per lo gran corpo d'acqua, accresciuta la velocità, acquista una gran proporzione alle resistenze; e perciò superandole, quasi del tutto, non lascia, che le medesime partoriscano effetti sensibili, i quali molto bene ritornano in essere, dopo cessata la piena.

Le *sezioni de' fiumi, nelle quali si trovano vortici, deono essere*, per questo capo, necessariamente *più larghe, o più profonde di quelle, nelle quali l' acqua cammina tutta al lungo dell' alveo*: La ragione è manifesta, dovendo le prime essere capaci di scaricare l'acqua, che viene dalle parti superiori dell' alveo, ed in oltre di dar luogo a quella, che con moto contrario dee girarsi ne' vortici; e da ciò nasce, che questi riescono cotanto perniciosi alle ripe, ed a' fondi degli alvei, rodendo le prime, ed escavando i secondi ne' luoghi, dove accadono.

Sembra maravigliosa a qualcheduno la conservazione de' *gorghi*, che per lunga serie d' anni *si mantengono e nel luogo stesso, e colla medesima profondità*. La meraviglia nasce dal credere, che nell' escrescenze l' acqua di essi debba restare stagnante, come si vede essere in fiume basso; al che, se fosse vero, necessariamente dovrebbe succedere qualche deposizione di materia; e per conseguenza il riempimento del gorgo, il che non si osserva. Questa ragione, che, per se medesima, non difetta in alcuna parte, ci fa molto bene vedere, che siccome è falso, che i gorghi si riempiano, senza mutare le circostanze, che corrono alla loro generazione; così non è vero, che l'acqua di essi nelle piene si conservi in quella placida quiete, che apparisce in magrezza d'acqua; e perciò egli è d' uopo rinvenire, come, ed onde nasca la velocità, che può bastare a mantenere il fondo del fiume, in quel sito, scavato ad una profondità sempre uniforme, il che non sarà difficile, se seguiteremo le vestigia delle notizie fin ora date.

Egli è certo, che i *gorghi si trovano, per lo più, al piede delle botti, o piarde, o degli ostacoli incontrati*, come sono i pilastri, che sostentano gli archi de' ponti ec. oltre quelli, che sono fatti dalle acque cadenti dalle cataratte, de' quali è manifesta al senso la causa della generazione, e della conservazione. L'incontro quasi retto, fatto dagli ostacoli alla direzione dell' acqua, è quello, che la sforza a rivoltarsi, parte verso la superficie, parte verso il fondo del fiume; la prima cagiona l'elevazione maggiore dell' acqua in quel sito; l'altra agisce contro il fondo del fiume, e lo scava; ed ecco la prima origine del gorgo. In fatti non si può concepire, che una direzione, parallela alla cadente naturale del fondo del fiume, possa fare alcuna escavazione, essendo a ciò necessario, che la direzione faccia angolo col resistente; quindi è certo, che l'acqua, scavando, si spinge sotto il piano del fiume per una direzione, o obliqua, o perpendicolare; ma incontrando finalmente la resistenza del terreno, ed essendo spinta dall' altr'acqua, che seguita, bisogna altresì, che dal fondo del gorgo riascenda alla di lui superficie, in sito, nel quale l'altezza dell' acqua superiore sia minore, e non faccia tanto contrasto all' uscita la direzione perpendicolare di essa; dal che nasce, in parte, la determinazione della lunghezza, e larghezza del gorgo; e per l'altra parte, dalla qualità, e dalla disposizione degl' impedimenti; siccome la profondità è fatta dalla qualità dell' incontro, dalla forza della direzione, dall'altezza dell'acqua, e dalla resistenza del fondo del fiume.

L'en

L'entrare, e l'uscire dell'acqua de' fiumi dalla cavità de' gorghi, può farsi, o in maniera, che l'acqua entri nella parte superiore, ed esca dalla inferiore; o al contrario. Se il primo, risalirà l'acqua dal fondo del gorgo per un piano acclive, come si è spiegato in più luoghi; ma se l'acqua uscirà dalla parte superiore del gorgo, si formerà un vortice verticale; perchè l'acqua uscita al disopra, si unirà alla corrente del fiume, che di nuovo dee essere spinta dagli ostacoli dentro del gorgo medesimo; e di quì ne viene, che i corpi trasportati dal fiume, incontrandosi in gorghi vorticosi, sono più volte ribalzati dal fondo alla superficie, e rispinti dalla superficie al fondo, prima che escano dal sito del gorgo. *Questa sorta di vortici verticali*, i quali molte volte riescono inclinati all'orizzonte per cagione di altri impedimenti, sono quelli, che più danneggiano il fondo de' fiumi, scavando i gorghi in profondità incredibile; e ciò *maggiormente succede, quando l'escavazione arriva a trovare il terreno fracido de' sortumi*, che per la sua poca resistenza, è in istato di cedere a qualsisia picciola forza. Anche i vortici orizzontali, de' quali abbiamo parlato di sopra, se arrivano a toccare il fondo, lo scavano in gorghi, perchè, rivoltata l'acqua all'incontro della corrente, trova l'inclinazione dell'alveo; e perciò incontrandola, benchè ad angolo molto obbliquo, comincia a staccarne le parti, ed a formare una cavità, dalla quale dovendo poi uscire l'acqua, è necessario, che il vortice prenda qualche inclinazione, ed appoco appoco, di orizzontale si faccia o perpendicolare, o inclinato a modo di una spira: e perciò si renda in istato più potente di fare maggiore escavazione. Ben è vero, che i gorghi cagionati da' vortici orizzontali, non riescono così profondi, come quelli fatti da' vortici perpendicolari: perchè quelli rare volte producono delle direzioni perpendicolari; ma se si combinano insieme e questi, e quelli, allora si squarciano le viscere, per così dire, del fondo del fiume, e si formano piuttosto voragini, che gorghi.

Incontrandosi, *che un ostacolo sia abbracciato dalla corrente*: come succede a' pilastri de' ponti, *succedono de' gorghi, che abbracciano l'ostacolo dalla parte superiore, e terminano in niente da' lati*: effetto, che succede dalla riflessione dell'acqua verso il fondo nel luogo dell'incontro, e dal vortice perpendicolare, che vi succede, il cui esito è dall'uno, e dall'altro lato dell'ostacolo; dopo del quale il vortice degenera in due orizzontali, e superficiali. E quì mi viene il taglio di osservare, che *alle volte sotto de' vortici delle piene si formano gorghi*, come si è spiegato di sopra: *ed alle volte nel calare dell'acqua, si vedono ivi maggiormente elevate le alluvioni*. La differenza nasce da ciò, che nel primo caso i vortici continuano dalla superficie sino al fondo del fiume; ma nel secondo, sono affatto superficiali; e questi, in vece di escavare il fiume, se hanno sotto di se acqua, o stagnante, o di poco moto, sono causa, che succedano maggiori deposizioni; poichè, dopo che l'acqua, ivi trattenuta, ha deposta la sua materia più grave, il vortice serve a portarvi nuova torbida: e perciò mutandosi continuamente l'acqua, è ivi, siccome portata nuova torbida, così fatta maggiore deposizione, al contrario degli altri siti, ne' quali non si trovano vortici simili; poichè restando in questi sempre l'acqua medesima, o cambiandosi più lentamente, non si può fare, che poca deposizione di materia terrestre; e perciò non è maraviglia, che al di dietro de' pilastri de' ponti, sebbene si formino vortici orizzontali, nulladimeno si osservino ancora dossi ben grandi.

Questi moti vorticosi, per lo più, non sono osservabili in acqua bassa: e la ragione si è, perchè in tale stato non avendo ella velocità, e corpo che basti, servono i gorghi, come di piccioli laghi, per ricevere l'acqua del fiume,

me; la quale, trovando in essi larghezza, e profondità maggiore di quella, che richiede il corpo dell'acqua corrente, perde la velocità, e lascia, che in quel sito la superficie dell'acqua si disponga, quasi ad un piano orizzontale, e sembri come stagnante; il che maggiormente è vero, quanto minore è il corpo d'acqua, e la di lei velocità, in proporzione della capacità del gorgo; nel qual caso egli è evidente, che non arrivando l'acqua ad incontrare con impeto gli ostacoli; nè meno possono succedere alcuni di quegli effetti, che dalla mutazione della direzione, e dall'impedimento della velocità derivano. Per altro *ne' fiumi, che in ogni stato conservano velocità considerabile, e corpo d'acqua sufficiente, s'osservano in ogni tempo; anzi*, se corrono sopra fondi sassosi, e ghiaiosi, *più in tempo di scarsezza d'acqua, de' moti vorticosi, ed irregolari;* e ciò succede, perchè in tempo di abbondanza d'acqua, gli effetti cagionati dagl'impedimenti del fondo, non si manifestano alla superficie, osservandosi in tale stato solamente quelli, che derivano dalla situazione delle sponde.

Tutto ciò appartiene a' fiumi, che dalla loro origine si partono, scorrendo per alvei non interrotti, nè da cateratte, nè da laghi, ec onde l'ordine porta, che discorriamo dell'uno, e dell'altro di questi interrompimenti. *Sono le cateratte certe cadute d'acqua precipitose, che succedono, quando, o per natura, o per arte, incontra il fiume un resistente, che lo traversa da una ripa all'altra, e non potendo corroderlo, è necessario, che lo sormonti*. Tale impedimento serve a mantenere elevato il fondo dell'alveo superiore, che necessariamente viene ad essere regolato dalla di lui soglia; ma *niente contribuisce allo stabilimento dell'alveo inferiore*, che prende regola, e determinazione, o dalla soglia di una nuova cateratta o dallo sbocco d'esso fiume in un lago, nel mare ec. Quindi è, che, se le condizioni del fiume richiederanno nel sito della cateratta, l'alveo o egualmente, o più elevato della sommità di essa, riempiendosi l'alveo inferiore, cesserà essa dal suo ufficio; ma se per lo contrario l'alveo inferiore dovrà restare più basso della cateratta, per grande che sia la quantità della materia, che col fiume precipiti da essa, non potrà egli interrirsi; ma si manterrà sempre nello stato medesimo.

Variansi i moti dell'acqua, in questi siti, per più cagioni; la prima si è *la direzione della cateratta, che può essere, o ad angoli retti col corso precedente del fiume, o ad angoli obliqui*. Se sarà ad angoli retti, *l'acqua seguiterà a correre per lo medesimo piano verticale di prima*; ma se ad angoli obliqui, *prenderà sempre una strada un poco inclinata a quella parte, alla quale la cateratta fà angolo ottuso colla corrente*. La seconda cagione è *l'impeto* acquistato nell'alveo superiore, il quale, *quanto è maggiore, tanto più tiene la caduta vicina alla direzione antecedente del corso;* e non essendovene di sorta alcuna, come sarebbe se la cateratta constituisse l'emissario d'un lago, *la caduta dell'acqua farassi in un piano verticale, che cada ad angoli retti sopra la linea della direzione della cateratta*. La terza si è la figura di essa cateratta, la quale può essere tagliata quasi perpendicolarmente, in maniera che l'acqua cadente, sormontata la sommità di ella, non la tocchi più in verun luogo; ed in tal caso *descriverà l'acqua nel precipitare dall'altezza della cateratta una figura curva*, che, prescindendo da ogni resistenza, dovrebbe essere *parabolica*.

Ma quì si dee avvertire, che *in alcune cateratte altissime, sul principio della caduta, l'acqua si mantiene bensì unita sotto una sola superficie; ma nel progresso si frange in più parti*, e mostra una bianchezza simile a quella della neve; anzi in qualche parte si risolve in vapori, che producono una continua rugiada, e porgono occasione al Sole di dipingervi dentro i colori dell'iride.

Che

Che se, come per lo più succede nelle cateratte artificiali, alla soglia superiore d'esse, sia connesso un piano molto declive, scorrerà l' acqua per esso, prendendo le strade, delle quali si è avuto discorso *nel Cap. VI. alle Prop. I. e II.* E finalmente, *se alla sommità della cateratta succederanno degli scogli continuati*, dentro de' quali di quando in quando l' acqua cadendo si spezzi, *succederanno diversi moti irregolari*, procedenti dalla quantità dell' impeto: dalla direzione de' sassi, opposti a quella dell' acqua cadente: e dalla combinazione di più direzioni diverse ec.

Le cadute della sorta predetta, se trovano materia adattata nell' alveo inferiore, *vi formano sempre un gorgo profondissimo, ed in esso de' vortici*, alcuni de'quali, che sono i più regolari, abbiamo descritti poco di sopra: dopo di che finalmente riassume il fiume il suo corso primiero, e produce quegli effetti, che sono communi agli altri fiumi. Ma nell' alveo superiore è da notare, che, *dovendo l' acqua precipitare da una cateratta, prima di arrivare ad essa, acquista della velocità considerabile:* effetto non solo della viscosità dell'acqua; ma ancora della mescolanza de' canali, nella maniera spiegata *allo Scolio 3. della Prop. 1. del Libro 6. della Misura dell' acque*, ma di ciò discorreremo più ampiamente *nel seguente Capitolo*; solo rispetto alle cateratte sono da osservare alcuni effetti, che potranno illuminare la mente a chi, o assume di farne delle artificiali, o di demolirne delle naturali.

Primieramente adunque *servono le cateratte a sostenere l' alveo superiore più elevato, di quello che sarebbe, mancando le medesime;* e perciò impediscono quelle soverchie escavazioni, che potrebbe fare il corso del fiume. *Non trattengono* già, che *i sassi cadenti dalle montagne* non si portino al basso, *se non in piccola parte;* quanto, cioè, basta a riempire il vano, che forma l'altezza della cateratta; quale, riempito che sia, torna il fiume a portare la materia di prima, o poco meno [2] Perciò *fanno buon effetto ne' fiumi, de' quali è soverchia la caduta;* ma non in quelli, che ne mancano (3) Molte volte *formano laghi*, i quali, essendo profondi, possono essere rimedio alla deficienza della caduta (4) *Servono per la derivazione de' canali*, che non possono avere molta caduta, e ne *aggiungono alle fabbriche de' mulini, & altri edifici* (5) Se *le cateratte* sono *stabili, interrompono le navigazioni; ma essendo amovibili, servono per facilitare la medesima*, come apparisce ne' sostegni, che sono una specie di piccole cateratte

Il secondo interrompimento degli alvei sono i laghi: questi alle volte servono di fontane a' fiumi, non essendo altro, che un aggregato di più sorgenti, che tramandano le loro acque in un solo ricettacolo, dall' emissario del quale le scaricano; e di questi non è luogo quì a discorrerne; ma solo di quelli, che in un luogo ricevono l' acque de' fiumi alle quali servono, come di un picciolo mare, ed in un altro le tramandano fuori. Si dee adunque discorrere al presente dell' acque, che entrano ne' laghi, e di quelle, che n' escono. Qualunque volta adunque entra un fiume in un lago, è necessario, che abbia qualche velocità, e direzione, le quali, benchè appoco appoco dopo lo sbocco vadano scemando; nulladimeno però a causa dell' impeto preconceputo, il più delle volte si conservano per qualche tratto, fin tanto che, communicato che sia il moto alle parti laterali, ed opposte, parte di esse tendono verso le ripe, parte ritornano vorticosamente verso l' immissario, e parte s' indirizzano verso l' incile, o emissario del lago. *Sin tanto*, però, *che il fiume influente conserva velocità osservabile in alcuna parte, la di lui superfieie resta più bassa di quella del lago*, cioè sul principio; ed in altri luoghi, cioè nel progresso, colmeggia sopra la medesima, in conformità di ciò, che si è dimostrato sul principio di questo

Ca-

Capitolo, dipendendo questa apparenza dalla velocità, o impeto, col quale il fiume si porta allo sbocco; poichè s'egli entrerà con poca forza, sul bel principio s'equilibrerà colla superficie del lago.

Credono alcuni, che le acque de' laghi siano, da un capo all'altro, equilibrate, come se fossero perfettamente stagnanti. Io però non saprei dirlo accertatamente, parendomi verisimile, che *vicino a' luoghi, che danno l' ingresso a' fiumi, debbano essere qualche poco più elevate di pelo, che negli altri luoghi;* siccome è certo, per lo contrario, che *vicino all' emissario sono qualche poco più basse*. Il motivo di tale asserzione è, perchè, se il lago non ricevesse influsso di acqua veruna, ma solamente ne scaricasse; dovrebbe egli dalla parte dell'incile, restare più basso, che negli altri luoghi, per tutto quel tratto, ch' è determinato dall' unione della superficie del lago colla linea del fondo dell'alveo applicato all'emissario, prolungata dalla parte superiore; e però è impossibile da concepirsi, che il restante dell' acqua, supposta orizzontale, non iscorra, benchè con moto lentissimo, ad occupare il luogo lasciato dall'acqua, che esce dal lago; e perciò, che la di lei superficie non s'inclini verso l'uscita; tanto più adunque vi si inclinerà, se dalla parte opposta sia somministrata nuova copia d' acqua da qualche fiume; e conseguentemente non potrà la superficie d' un lago essere perfettamente orizzontale. Ben'è vero, che la differenza sarà insensibile nelle parti di mezzo; ma ne' siti, vicini agl'immissari, ed agl' incili, può esser tale, che non solo con livelli esatti, ma ad occhio libero, si manifesti. Se però, *tanto il fondo del fiume influente, quanto quello dell' effluente, fossero orizzontali, e situati nel medesimo piano, allora la superficie dell' acqua del lago sarebbe anch' essa affatto orizzontale per la Prop. I. del Lib. V. della Misura dell' acque.* Quindi è chiaro, che *l' acque de' laghi, e delle paludi, molto più s' accostano ad avere la loro superficie a livello, quanto meno sono inclinati i canali influenti, ed effluenti;* e perchè, se il lago fosse angusto, quanto i canali predetti, la superficie dell'acqua continuerebbe sulla cadente dovuta al canale influente: perciò *quanto maggiore è lo spazio, che ha l' acqua per espandersi lateralmente, tanto si rende più esatto il livello del lago*. Ciò si dee intendere, *quando la copia dell' acqua, ch' entra, è eguale a quella, che esce;* poichè se la prima fosse maggiore della seconda, come succede sul principio dell' escrescenze de' fiumi influenti, in tal caso è evidente, che tutta l' acqua del lago dee essere declive verso l' emissario, verso il quale anche sono più osservabili le direzioni, ed i moti dell' acqua.

Tutto ciò, che si è detto de' laghi, si dee intendere proporzionalmente ancora delle lagune, e paludi, *nelle quali però tanto è maggiore la differenza del livello, quanto che l' erbe*, che in queste nascono, *servono molto a sostenere l' acqua più alta in un luogo, che in un altro:* e perciò si vedono spesse volte calare l'acque delle paludi considerabilmente vicino agli sbocchi: e ne' siti più lontani appena essere sensibile l' abbassamento. Per tanto sì queste, che i laghi, producono l' effetto dimostrato nel fine *del Cap. VI.* cioè di rimediare al difetto delle cadute; poichè egli è certo, che interrendosi un lago, dovrebbe il fiume, che dentro vi s'inalveasse, avere per lo tratto di esso, molto più di caduta, di quello, che abbiano le acque del lago; il che opererebbe, che il fiume influente si elevasse di fondo, e sormontando le proprie ripe, si portasse ad inondare il paese all' intorno; o formando un altro lago, o elevandolo colle alluvioni, sino ad incassarsi dentro di esse, e ciò continuerebbe a farsi, fin che coll' altezza del proprio letto avesse acquistata quella pendenza, che gli è dovuta, oltre le altre circonstanze, dalla lunghezza del viaggio.

Hà

Ha non so che di simile all'ingresso d'un fiume in un lago, il passaggio dell'acqua corrente da una sezione angusta ad un'altra più ampia; essendo che *gli alvei dilatati possono* ottimamente *paragonarsi ad un picciolo laghetto*, dentro il quale sbocchi l'acqua da una sezione più angusta, che in tal caso ha ragione d'immissario; siccome la susseguente pure angusta, di emissario. Quindi egli è facile di dedurre le cause delle apparenze diverse, che si osservano nell'uno, e nell'altro sito; poichè, se si vedrà, che dove *i fiumi* sono soverchiamente larghi, ivi l'acqua non corra, o abbia moto più lento: se vicino alle ripe si troverà l'acqua, quasi essere stagnante, o pure correre con moto vorticoso all'indietro, radendo le ripe medesime, dal che dipende principalmente la conservazione delle sezioni più larghe; se ne' siti medesimi la cadente del pelo d'acqua sarà meno declive di quello, sia, dove l'alveo è di larghezza uniforme, e proporzionata; ed al contrario, se nelle sezioni più strette l'acqua del fiume si vedrà tutta correre con maggiore velocità, e con maggiore pendio di superficie ec. facil cosa sarà applicare le ragioni sopraddette, per ispiegare queste, ed altre simili apparenze: poichè *il lago altro non è, che un fonte, o fiume dilatato, ed il fiume non è, che un lago ristretto*.

Sono *gli alvei de' fiumi, quasi sempre, più larghi di quello, che richiede il bisogno dell'acqua, che portano;* e perciò molte volte sopportano, che loro sia ristretto l'alveo considerabilmente, senza veruna alterazione del loro pelo, il che non accaderebbe, se le larghezze fossero vive: anzi col tenere ristretti gli alvei de' fiumi s'impediscono que' moti sregolati, che sono, come la lussuria de' fiumi medesimi, e che apportano danno considerabile alle sponde, per la deviazione, che fa l'acqua, dalla direzione del suo filone; e perciò non è meraviglia, se i fiumi grandi, senza veruna maggiore dilatazione, sono molte volte capaci di ricevere nel proprio seno l'influsso di nuov'acque; poichè rendendosi in tal caso l'acqua proporzionata alla grandezza dell'alveo, viene essa ad essere tutta mantenuta in officio, ed obbligata a conservare la sua direzione al lungo dell'alveo, senz'alcuno laterale svagamento, ed è ben facile di concepire, che *l'acqua stagnante, o corrente vorticosamente all'insù, non contribuisce cosa alcuna allo scarico del fiume*; e che questa parte dell'alveo, per altro inutile, può benissimo dar luogo, quando vi sia una forza maggiore, al corso di nuov'acqua; e perciò è stato veduto il ramo del Po di Venezia assorbire, da se solo, tutta l'acqua del ramo di Ferrara, e di Panaro, senza che perciò si abbia avuta la necessità di ritirare gli argini verso la campagna, o siasi veduto maggiormente dilatarsi l'alveo.

Appartengono a questo capo gli effetti, che procedono dall'unione di due fiumi insieme, e dagli sbocchi nel mare: ma perchè abbiamo determinato trattare tutto ciò più particolarmente, richiedendo la materia, speziale considerazione; pertanto passeremo a discorrerne ne' due seguenti Capitoli.

CA-

CAPITOLO VIII.

Dello sbocco d' un fiume in un altro, o nel mare.

NON si trova alcuna particolarità nella materia, che abbiamo fra le mani, la quale sia, per se medesima, quanto più evidente, tanto più controversa, e meno intesa, dello sbocco de' fiumi. Io ho sentito, in diverse congiunture, pronunziare, sopra di questo fatto, asserzioni così strane, che prima avrei credute impossibili da cadere nella mente degli uomini; e quello, ch' è più, ho osservato, che hanno maggiore facilità a prendere sbagli in questo particolare le persone mediocremente versate, che le affatto idiote; poichè le prime sul fondamento di alcune regole, o ignote, o non avvertite dal volgo, e credute universali, quando in realtà patiscono molte eccezioni, ne deducono in varj casi conseguenze falsissime. Una di queste è, che l' acqua non possa correre, se non ha caduta, al suo termine, ed è assioma così universale appresso di quelli, i quali si chiamano Periti, che non dubitano punto di dedurne, che un fiume non possa sboccare, o nel mare, se questo si trovi gonfio; o in altro fiume, durante la di lui piena; e che i fiumi influenti debbano scaricare l' acqua propria, tutta sopra il pelo del recipiente, con altre simili asserzioni erronee, e perniciose, le quali conducono a spese inutili, a proposizioni dannose; e molte volte divertiscono l' animo di chi le promuove, da quelle, che riuscirebbero più salutari.

Entrano i fiumi influenti, non v' ha dubbio, nel mare, nè qualunque forza di esso è bastante, a rispingere un fiumicello, quantunque picciolo: purchè egli sia proveduto di sponde sufficienti, come più abbasso si dirà; posciachè, come può mai immaginarsi, che un fiume perenne, se fosse impedito del tutto il di lui corso, non si elevasse, quasi instantaneamente, ad altezze enormi per l' abbondanza dell' acqua sopravveniente, uscendo con ciò dal proprio letto, ed inondando le campagne; il che sebbene qualche volta succede, ciò però non nasce, perchè il fiume non sia valevole, col tempo, ad acquistar forza da superare il contrasto, che fa il mare al suo ingresso; ma perchè, o non ha, o non si mantiene le sponde all' altezza necessaria; e perciò de' fiumi stabiliti di alveo non si può con verità asserire, che il mare impedisca loro affatto lo scarico. Similmente, s' egli è vero, che i fiumi s' ingrossino per l' unione d' altri fiumi, chi potrà sanamente sostenere, che un fiume reale, nella sua piena, proibisca l' ingresso ad un influente, e che questo sia perciò obbligato a ritenere le sue acque nel proprio alveo, fino allo sgonfiamento dell' altro? Procureremo noi dunque di spiegare il modo, col quale ciò succeda, il che faremo nella seguente Proposizione.

PRO-

PROPOSIZIONE I.

Spiegare il modo, col quale i fiumi entrano in altre acque, o correnti, o stagnanti.

Per ben intendere ciò, è necessario ridursi alla memoria due Proposizioni di eterna verità; la prima delle quali è: Che *quando un fiume corre, e la di lui superficie non si alza, nè si abbassa di livello, allora per tutte le di lui sezioni passano delle quantità d' acqua precisamente eguali*. Ciò è vero in astratto, in concreto, ed in tutte le circostanze, e condizioni possibili; dal che ne nasce, che *ogni volta, che la superficie dell' acqua d' un fiume perenne, ed influente, è resa stabile; allora esce dal di lui sbocco, ed entra nel recipiente quella copia d' acqua*, nè più, nè meno, *ch' è somministrata dalle parti superiori del fiume*. Ma, *se la superficie predetta si anderà abbassando, sarà scaricata dallo sbocco acqua in copia maggiore, che non è quella, che viene di sopra:* e finalmente, *se la predetta superficie si eleva, più acqua viene dal fiume di quella sia vomitata dallo sbocco*. Questi sono tre segni infallibili della qualità degl' impedimenti, apportati dall' acqua del recipiente al corso dell' influente; perchè se in un fiume, che porti sempre eguale quantità d' acqua, si vedrà la superficie di esso allo sbocco elevarsi; segno sarà, che il recipiente impedisce lo scarico al fiume; mentre l' acqua trattenuta è quella, che aumenta l' altezza; ed al contrario, abbassandosi la superficie del fiume allo sbocco, sarà indizio dello sminuirsi, che faranno, gl' impedimenti opposti dal recipiente allo scarico; portandosi ad uscire dalla foce del fiume, non solo la quantità dell' acqua corrente, somministrata dalle parti superiori; ma inoltre tutta quella, che prima era stata trattenuta dal ristagno.

Quando l' acqua cresce per gli ostacoli trovati alla foce, non seguita però ella ad elevarsi all' infinito; ma arrivata ad un certo termine, stabilisce la propria superficie: segno, ch' allora è eguale lo scarico all' influsso quindi è, che se le ripe del fiume non saranno tant' alte, quanto si richiede per sostenere la superficie dell' acqua a quell' altezza, ch' è determinata dalla natura per lo scarico di tutto il fiume influente; sarà necessario, che l' acqua di esso, sormontandole, si sparga lateralmente a cercare altra strada, o accesso più facile al suo termine; o pure alcun seno, dove contenersi, ed equilibrarsi.

Da qual principio sia desunta dalla natura la determinazione dell' altezza necessaria all' intero scarico del fiume, si raccoglie dall' altra Proposizione, che dee rammemorarsi; cioè, che *ne' fiumi, de' quali le sezioni tutte scaricano egual copia d' acqua in un dato tempo, le velocità medie deono sempre essere reciproche all' aree delle sezioni:* perciò passando, come si è detto di sopra, per la foce altrettant' acqua, quanta si trasfonde da una delle sezioni superiori; forza è, che la velocità media dello sbocco, stia alla velocità media della sezione superiore, come l' area di questa, all' area dello sbocco. E perchè l' area delle sezioni, e dello sbocco è composta d' altezza, e di larghezza; se la larghezza sarà inalterabile, sarà altresì necessario, che l' altezza dello sbocco si accresca di tanto, quanto importa la diminuzione della velocità media di esso, considerando l' alterazione, che si fa nella velocità all' alzarsi della sezione.

Per più chiara intelligenza di ciò, si dee avvertire, che *un fiume, il quale entri in un altro, può entrarvi in tre maniere:* (1) *o cadendo dall' alto*, come nelle cateratte: e ciò succede, quando il fondo del fiume influente è più

più alto del pelo recipiente; o pure (2) *spianando la sua superficie sù quella dell' altro*, in maniera, che la larghezza superiore dello sbocco, che sta distesa trasversalmente sulla superficie dell' acqua, sia come la commune sezione di due piani, l' uno de' quali sia la superficie dell' influente, l' altro quella del recipiente: e ciò accade, quando il fondo dell' influente è basso sotto il pelo del recipiente, almeno quanto basta a formare la predetta proporzione reciproca; o finalmente [3] *quando la superficie dell' acqua dell' influente fa qualche notabile discesa, per introdursi nel recipiente; senza però, che tutta l' acqua vi cada*: e questo effetto nasce dal fondo dell' influente, più basso del pelo del recipiente; ma non quanto basta per dare lo scarico a tutta l' acqua propria, per la sezione; compresa trà la linea trasversale della larghezza del fondo dello sbocco, ed il pelo dell' acqua del recipiente.

Nel primo caso, quando, cioè, il fondo dell' influente è più alto del pelo del recipiente, non v' è chi possa dubitare, farsi uno scarico libero, ed in niuna maniera impedito dall' acqua del recipiente; anzi piuttosto, cessando nella caduta gl' impedimenti del fondo, e delle sponde, nel principio di ella, l' acqua scorre più veloce, e si assottiglia; e conseguentemente resistendo meno all' acqua, che immediatamente la seguita, questa anch' essa si rende più veloce, e così gradatamente per qualche spazio all' insu, fin che, non risentendosi più la felicità dello sbocco, l' acqua corre con quella velocità, che le attribuiscono le cause di essa, e che le viene permessa dalla qualità degl' impedimenti: Quindi è, che *i fiumi, vicino a' loro sbocchi di tal natura, si diminuiscono di corpo, e formano la loro superficie sempre più inclinata all orizzonte, disponendola nelle cadute libere, secondo il tipo d' una linea curva*. E quì si dee applicare tutto ciò, che abbiamo detto *nel Capitolo antecedente*, parlando delle cateratte.

Ma perchè *i fiumi, che hanno il fondo capace di corrosione, non sopportano simili cadute* (mantenute ne' luoghi, dove si trovano, o dall' arte, o dalla resistenza insuperabile del fondo) perchè, a causa della gran violenza, escavandosi il fondo, viene finalmente a profondarsi; perciò si fa luogo al secondo caso, che in fatti è il più frequente, osservandosi, che *i fiumi influenti si spianano sulla superficie de' recipienti: s' elevano, e s' abbassano di pelo con essi*: e si mantengono il fondo tanto basso, che possa dar esito alle loro massime piene sotto la superficie più bassa del recipiente; e perciò *i fiumi temporanei, non solo s' uniscono, colle superficie dell' acqua, ma ancora co' fondi de' propri letti*; come pure fanno, per la ragione medesima, i fiumi confluenti perenni, se portano eguali quantità di acqua.

Ne' fiumi adunque *temporanei*, che s' uniscono insieme, *se uno verrà colla sua piena, trovando l' altro in istato di siccità*, non succederà altro effetto, che quello, che farebbe un fiume, quale da un alveo più angusto passasse ad uno più dilatato; solamente *rigurgiterà l' acqua dell' influente all' insù per l' alveo dell' altro*, fino a quel segno, che sta a livello coll' altezza della piena, nell' alveo comune; ma, *se il fiume recipiente sarà perenne, non si dee dubitare, che l' altezza dell' acqua di esso non faccia qualche impedimento*, e contrasto a quella, che influisce. Ciò rendesi manifesto dal considerare, che, cessando l' acqua influente, quella del recipiente rigurgiterebbe; come in tal caso di fatto rigurgita per l' alveo dell' influente; e perciò quella forza medesima, che può spingere l' acqua del recipiente all' insù, s' oppone a l' ingresso dell' influente. Può questa considerarsi in due maniere; cioè, (1) *o come il solo momento della pressione dell' acqua*; e questa, siccome non può spingere il rigurgito, che sin dove arriva l' orizzontale della superficie dello sbocco, così non può estendere maggiormente gli effetti dell' impedi-

pedimento, che apporta all'influente, *o pure* [2] *vi si aggiunge l' impeto acquistato per la caduta, o per qualche altra forza esterna;* e questo, se non si rifrange dagl' impedimenti dell' alveo influente, come per lo più succede, è potente a fare avanzare il rigurgito ec. qualche cosa di più, di quello, che porta la forza del solo equilibrio.

Co' mezzi medesimi può operare l'acqua del fiume influente, affine di superare il contrasto del recipiente; poichè ella può fare lo sforzo alla foce, o per solo momento di pressione, o per quello dell' impeto preconceputo. Per lo solo momento di pressione, trovandosi l'acqua tanto dell' uno, quanto dell'altro all'altezza medesima, tanto contrasta l'acqua, che impedisce lo sbocco, quanto fa forza quella, che tenta di acquistare lo scarico; e perciò essendo equilibrate le forze per questo capo, resta, che la prevalenza del fiume, che esce dallo sbocco, si desuma dall' impeto. Può questo nascere, o in tutto, o in parte (1) dalla discesa, la quale, avendo cominciato a rendere veloce l' acqua assai più alto dello sbocco, non può di meno, di non essere maggiore, e di non superare il momento della sola pressione dell'acqua recipiente [2] Può nascere il medesimo impeto dalla sola pressione; ma perchè l'impeto è accompagnato da una velocità attuale, con una determinata direzione, ed il conato della pressione non è, che una velocità potenziale, senza alcuna vera determinazione, ma bensì indifferente a riceverle tutte; ne segue, che l'impeto dell'acqua dell'influente prevalerà alla sola pressione; e perciò, scacciando dallo sbocco l'acqua del recipiente, entrerà nell'alveo di questo, e prenderà i di lui moti, e direzioni.

Fig.47. Sia per maggiore chiarezza A C l'altezza dell'acqua del fiume influente, e sia il punto A la superficie dell'acqua nello sbocco: certa cosa è, per le cose dette di sopra, che se il fiume correrà per velocità acquistata nella discesa per l' alveo inclinato, le velocità della perpendicolare A C termineranno al segmento parabolico B H D, di modo che la figura A B D C sarà il complesso, o somma delle velocità di detta perpendicolare. In oltre, se ci immagineremo, che operino dalla parte opposta i conati soli della pressione del fiume recipiente; essendo questi tra loro in proporzione delle altezze, saranno le loro impressioni contenute nel triangolo C A D, il quale detratto dal segmento parabolico, resterà il triangolo misto A B H D, che misurerà l'eccesso delle velocità, sopra l' energia de' conati; e perciò, essendo questi superati da quelle, potrà il fiume influente entrare nel recipiente. Similmente, posto, che il fiume influente corresse colla sola velocità dovuta all' altezza del corpo d'acqua; essendo che tali velocità occupano la figura di una parabola, come C A D B, e le im-*Fig.48.* pressioni del conato quella del triangolo C A B; le velocità dell'influente supereranno, anche in questo caso, le impressioni de' conati, che fa l' acqua del recipiente, di quanto importa la figura A B D: con questa avvertenza però, che dette figure residue, non danno alcuna cosa di assoluto, per non potersi determinare la proporzione della forza della velocità massima alla forza del conato massimo, nella medesima maniera, che non è paragonabile la forza della percossa, a quella della semplice gravità, essendo però certo, nell'uno, e nell'altro caso, che maggiore è la forza di un grave mosso, di quella, che avrebbe il medesimo, trovandosi nel semplice conato al moto: il che, nel nostro caso, vuol dire, che la base della parabola C A B, o del segmento C A B D, dovrà sempre essere maggiore della base del triangolo C A B, dal che ne nasce la prevalenza delle velocità sopra de' semplici conati.

Non

Non è dunque *possibile, che un fiume influente, il quale abbia lo sbocco a seconda del corso del recipiente, o che entri in un' acqua stagnante, sia rigettato da essa*; anzi piùttosto, a misura dell' impeto, che avrà nell' ingresso, farà mutare, o prendere qualche direzione all' acqua, dentro della quale esso si scarica; come abbiamo detto, dovere succedere a' laghi ec *nel Capitolo antecedente*. Non v' ha dubbio però, che, *se l' acqua del fiume recipiente crescerà, restando invariata quella dell' influente*, non *possano crescere i conati della prima tanto, da pareggiare, o superare le velocità della seconda*; ma in tal caso, ritenuta l' acqua nell' alveo dell' influente, s' alzerà ben presto di corpo, in soccorso delle velocità ritardate, che però mai non potrà rimettere allo stato di prima; perchè accresciuta la sezione, per l' alzamento dell' acqua allo sbocco, l' impeto preconceputo si spargerà per essa; e perciò resterà in ogni parte minore. Che se l' acqua del recipiente crescerà con più celerità di quello, possa elevarsi l' acqua dell' influente, come succede, quando questo è assai magro; allora l' acqua dell' altro, non solo sul principio le impedirà l' ingresso, ma ancora entrerà nel di lui alveo; e concorreranno a farlo elevare di pelo, non solo l' acqua trattenuta, ma la rigurgitata; e fatto che sia l' alzamento, a un dipresso, sino al livello della piena del recipiente, resterà l' acqua, quasi senza moto apparente, e farà l' effetto di un lago, che riceva dalla parte superiore, l' afflusso continuo di poca acqua; onde, siccome ne' laghi l' acqua esce dall' emissario, così anche in questo caso, è necessario, che l' acqua esca per la foce del fiume, che ha ragione di un emissario eguale, se non maggiore, del lago medesimo. La ragione di ciò si è, perchè, sebbene l' acqua rigurgitata sembra stagnante; non è però priva affatto di moto, tutto che inosservabile, a cagione del quale viene spinta a scaricarsi; e la causa efficiente di ciò non è altra, che quella picciola elevazione di acqua, che fa l' inclinazione alla superficie del rigurgito, e che la rende qualche poco più alta nelle parti superiori, che allo sbocco: ed in conseguenza atta a generare maggiore velocità di quello, che possa il conato dell' acqua recipiente; e sebbene in casi simili la predetta differenza di altezza è impercettibile ad ogni senso; è però benissimo attesa dalla natura, che non l' addimanda maggiore di quella, che basta, per dare quella minima velocità, ch' è sufficiente a fare scaricare per una sezione ampissima (quale in tal caso è la foce del fiume) una picciolissima quantità di acqua. Se poi l' acqua del fiume recipiente esercitasse contro lo sbocco, non solo il conato, ma anche il moto attuale con qualche velocità, e direzione, o retta, o obliquamente a lui contraria; in tal caso, o la velocità dell' influente sarà maggiore, o no; se sarà maggiore, è certo, che rispingerà, e rivolterà ad altra parte la direzione del recipiente, e con ciò si farà luogo all' uscita; ma essendo minore, converrà, che si elevi di superficie molto più, che nel caso antecedente, per imprimere alle parti inferiori dell' acqua tanto di sforzo, quanto può bastare a superare la velocità, e direzione contraria, il che finalmente dee succedere col successivo alzamento di superficie, che tanto durerà a farsi maggiore, quanto lo sforzo dell' influente continuerà a non essere maggiore di quello del recipiente; cioè a dire, sin che detto alzamento possa imprimere ad ogni sezione tali gradi di velocità, da' quali astraendone un medio, sia esso ad un simile, dentro di una sezione non impedita dal rigurgito, in proporzione reciproca delle sezioni medesime.

Di quì si può comprendere ciò, che operino alle foci de' fiumi i flussi, e le burrasche del mare, e l' alzamento, che cagionano all' *acque de' fiumi* medesimi, i quali, *se averanno le sponde così alte, che siano sufficienti a soste-*

ste-

stenere l'acqua a quell' altezza, ch' è necessaria per ispingersi al mare, al sicuro *sforzeranno qualsisia impeto dell' onde*. E' ben anche evidente, che le sezioni degli sbocchi, e tutte quelle, che restano impedite da' rigurgiti, deono acquistare tanto maggiore ampiezza (siasi in larghezza, o profondità,) quanto viene indebolita la loro velocità; e perciò i fiumi reali si conservano le foci così aperte, che alle volte fanno l' ufficio di porti a' vascelli di alto bordo, quando là spiaggia del mare permetta loro di accostarvisi. Questa è anche la ragione, per la quale molti fiumi richiedono più foci, alcuna delle quali alle volte si ottura, cioè la più impedita, o la meno veloce, nel qual caso, o l' acqua si volta per gli altri sbocchi, ne' quali sono minori gl' impedimenti, e per conseguenza il corso è più vigoroso, o pure se n' apre un nuovo, più facile, e più spedito.

E' da notare nel particolare delle foci de' fiumi al mare, che tanto i flussi, quanto i riflussi fanno diversi effetti considerabili, i quali possono essere altrettanti Corollari, dedotti dalle cose dette di sopra, per ispiegazione del modo, col quale i fiumi entrano in altri fiumi. Il che ec.

Corollario I.

Durante il flusso, o marea alta, la velocità media delle acque del fiume si sminuisce; e perciò dà luogo alla deposizione delle torbide nel fondo dell' alveo; ma sopravvenendo il riflusso, o marea bassa, perchè, levandosi l' ostacolo alla foce, l' acqua trattenuta in maggior altezza di quella, che conviene alla sua quantità, acquista considerabile velocità; perciò tutta la materia deposta, di nuovo s' incorpora all' acqua, e viene portata nel mare.

Corollario II.

E perchè l' impedimento, che fa un fiume all' ingresso di un altro, è equiparabile al flusso marino, e maggiormente quando rigurgita nell' alveo di esso; perciò *il medesimo effetto succede anco agli sbocchi de' fiumi in altri fiumi*, interrandosi gli alvei degl' influenti, durante il ristagno, o rigurgito; e di nuovo escavandosi al cessare de' medesimi; tuttociò dunque, che si dirà più a basso, circa le foci al mare, si dee proporzionabilmente intendere degli sbocchi ne' fiumi.

Corollario III.

Perchè il fiume dee poter entrare nel mare nella di lui maggiore bassezza, anco colle sue massime piene, incontrandosi frequentemente, che entrino fiumi pienissimi nel mare bassissimo di superficie; perciò egli *è necessario, che computata la larghezza della foce, acquisti nel resto, in profondità, una sezione proporzionata al corpo della massima piena; e tale profondità dee regolarsi sotto il pelo più basso del mare*; dal che ne nasce poi, che *alcuni fiumi non molto abbondanti d' acqua, i quali sboccano in mare* di tal sorte, *che* ne' loro flussi *si alzino venticinque, o trenta piedi; fanno una gran mostra di loro medesimi*, e si rendono navigabili in tempo del flusso da qualsivoglia legno, per tutta quella lunghezza, che risente la marea.

Corollario IV.

Incontrandosi di venire i fiumi pienissimi in tempo delle burrasche maggiori, che vuol dire, in tempo, nel quale hanno luogo i più grandi impedimenti, che possano succedere alle loro foci; sono stati avvertiti gli uomini dell'altezza delle sponde, che si richiede per provvedere all' espansioni laterali; e perciò, occorrendo, vi hanno fatti argini di altezza sufficiente a contenere l'acqua in quello stato; che, come si è detto di sopra, è quello, che cagiona lo scarico intero del fiume per la sua foce; quindi è, che *cessando la burrasca, o calando la marea in tempo, che anco duri l'altezza del fiume, si scarica nel mare copia d'acqua maggiore di quella, sia somministrata dalla fiumara;* e perciò dal punto, nel quale i fiumi sono alterati dalle agitazione, o ristagni del mare, *il fondo degli alvei si rende meno declive, e la declività va sempre scemando, quanto più s'accosta alla foce*. Che *se il fiume, per se medesimo, avrà tanta copia d'acqua da mantenersi il fondo orizzontale*, in tal caso *si profonderà maggiormente*, e tanto per appunto, quanto s' egli portasse di acqua propria tutta quella abbondanza, che li viene aggiunta, o ristagnata dentro l'alveo, per lo gonfiamento del mare. E questo è ciò, che vogliono inferire gli architetti dell'acque, quando dicono, che *i flussi, e riflussi del mare mantengono espurgati gli alvei de' fiumi per tutto quel tratto, al quale essi arrivano*.

Corollario V.

Ne' fiumi, che hanno lo sbocco aperto al mare, se l'acqua di essi non si altera di sostanza, o di sapore, dentro l' alveo proprio, per quel tratto, che consente col mare, segno è, essere ella copiosa, almeno in proporzione del contrasto, che le fa il mare, e ciò maggiormente, se un fiume, come si narra di molti, porterà le sue acque per buono spazio, dentro la marina, il che si conosce dal sapore, dal colore, ed anche in parte, dalla direzione del moto dell'acqua; ma se la medesima cangia di natura, col participare o la salsedine, o altra qualità dell' acqua marina, allora è indizio, che l'acqua propria del fiume è poca: o che i contrasti del mare sono violenti, o per l'alzamento, o per l'impeto de' venti; e tanto più, quanto a maggior segno s'avanza la salsedine.

Corollarrio VI.

Perciò *in que' fiumi, che hanno poco acqua, si vede correre quella del mare al contrario di quella del fiume nel tempo del flusso, e nel riflusso s' osserva correre l'una, e l'altra verso il mare;* e perchè questo corso richiede qualche tempo; perciò si dà il caso, che il ritorno dell'acqua del fiume verso la marina, non cominci precisamente sul punto del riflusso; ma ora qualche poco dopo, ora qualche poco prima, accordandosi i tempi di questi riflussi allora solo, quando l' acqua dal mare rigurgitata s' uguaglia, a un dipresso, all' acqua trattenuta del fiume, ed in questo caso il pelo della medesima sarà orizzontale; ma negli altri due casi, sarà inclinato al contrario del fiume, e solo sarà orizzontale nel momento del riflusso.

Corollario VII.

L' ingresso de' fiumi nel mare si fa a mez' onda, che vale a dire, che la superficie dell'acqua non viene regolata, nè dalla parte superiore dell' onda, spinta contro lo sbocco (sia ella o di moto ordinario, o pure burrascoso) nè dal basso dell' onda medesima; ma bensì dal punto di mezzo tra 'l maggiore alzamento, e l'abbassamento dell'acqua ondeggiante; e la ragione è fondata sulla velocità del bilanciamento dell'acqua, la quale non permette, che il pelo del fiume si elevi alla sommità dell' onda, nè si abbassi alla di lei maggiore concavità; e perciò viene ad equilibrarsi con questi contrarj conati in un sito di mezzo.

PROPOSIZIONE II.

L' alzamento delle piene, vicino agli sbocchi de' fiumi riesce sempre minore, che nelle parti più lontane,

Ciò è stato osservato da diversi, e principalmente dal P. Castelli; ed è vero, quando il fiume cresce per nuova acqua sopravveniente; anzi s' osserva, che negli sbocchi medesimi, l' acqua ordinariamente non si eleva, che tanto, quanto il corpo dell' influente fa elevare il pelo del recipiente; cioè a dire, rispetto al mare, insensibilmente. E la ragione di ciò è, che entrando i fiumi, per esempio, nel mare, hanno, per quello si è detto di sopra, tutto il loro ingresso al disotto della di lui superficie, proporzionandosi lo sbocco in largo, ed in profondo; e perciò la cadente del pelo d' acqua del fiume influente, non variandosi la superficie del mare, tende sempre al termine medesimo; e perciò è necessario, ch' ella sia più inclinata verso lo sbocco in tempo di piena, che in acqua bassa. E perchè due linee diversamente inclinate all' orizzontale, e concorrenti in un punto medesimo, tanto più si scostano l'una dall' altra, quanto più si allontanano dal punto dell' unione; perciò necessariamente le piene deono fare, lontano dallo sbocco, maggiore alzamento, che vicino al medesimo. Il che ec.

Per ispiegare, da quale cagione dipenda la diversa inclinazione dell' acqua bassa, e dell' alta, si dee rammemorare, ciò, che abbiamo detto nel *Capitolo precedente*; trovarsi cioè, delle sezioni morte, nelle quali l' acqua o non corre, o corre lentamente, più di quello esiga la propria altezza; e che, per conseguenza, sono molto maggiori del bisogno. Tali tra l' altre sono quelle de' fiumi ne' siti, che risentono i rigurgiti; cioè le vicine agli sbocchi Quindi è, che sopravvenendo la piena, basta, che l'acqua stagnante, o mossa lentamente, acquisti velocità maggiore verso lo sbocco, il che si ottiene con ogni poco d' altezza, che si aggiunga alla primiera, attesa la grandezza soprabbondante nella sezione, e la facilità, che ha l' acqua sul principio del moto di crescere in velocità, molto maggiore di quella, che ha, affetta che sia di velocità considerabile; il che non trovandosi nelle sezioni superiori lontane dal rigurgito, che sono, o proporzionate solamente al bisogno, o poco maggiori; si ricerca in esse maggiore accrescimento di velocità in ciascuna parte di acqua; e per conseguenza maggiore altezza di corpo, anche a riguardo della maggiore velocità precedente, come si fa manifesto dal considerare la natura della parabola, primaria regolatrice delle velocità.

Co-

Corollario I.

Quindi è, che *i fiumi, i quali sono assai declivi di fondo*, e che, perciò, non sentono gl'impedimenti del rigurgito molto lontano dallo sbocco, anche *in poco spazio fanno vedere questo effetto;* ma per lo contrario *i fiumi reali*, che camminano con poca pendenza; e perciò sono soggetti per più lungo spazio al rigurgito, *godono di questa proprietà in maggiore distanza dal mare*, la quale però mai non si manifesta sensibilmente, che poco più oltre al sito, dove arriva la forza del rigurgito medesimo.

Corollario II.

Da questo principio anche dipende la causa d'un'apparenza assai sorprendente, la quale rendesi impercettibile a molti: ed è, che trovandosi un fiume influente con poca acqua propria; ma con un grande rigurgito del recipiente, che lasci poco di vivo agli argini, o sponde del primo, sembra a molti, che, venendo una piena a questo, dovrebbe sormontare le proprie sponde, parendo loro inverisimile, che pochi piedi, e talora poche once di ripa, che sopravanzano al pelo del rigurgito, possano essere sufficienti a contenere una piena, che sopravanza; e pure, quando sono succeduti di tali casi, si è veduto, che la piena non ha sormontate le sponde, e si è elevata pochissimo sopra la superficie del rigurgito predetto, ma nell' istesso tempo si è osservato, che tutta l'acqua, che prima pareva immobile, ha cominciato a muoversi verso lo sbocco.

Corollario III.

Dal detto in questo proposito ne nasce ciò, che nota il P. Castelli, cioè, che dall'osservazione di poche once di altezza fatta da una piena di un fiume, vicino allo sbocco, si può dedurre l'elevazione di molti piedi d'acqua nelle parti superiori; ma non è già conforme alla verità ciò, ch' egli avverte al Corollario 14 che i fiumi vicino al mare crescano di velocità; se non in quanto la vicinanza dello sfogo libero, può contribuire a renderli più veloci; o almeno a non impedire il loro corso tanto, quanto in parità di circostanze si fa più lontano.

PROPOSIZIONE III.

Se l'alzamento dell'acque di un fiume allo sbocco si farà per cagione di qualche impedimento opposto, e ritardante il corso di esso; e particolarmente per lo ristagno del mare, o per rigurgito della piena di qualche fiume recipiente, in tal caso l'acqua si eleverà più vicino allo sbocco, che nelle parti superiori.

Ciò è manifesto dovere succedere; perchè essendo la superficie del fiume influente inclinata verso lo sbocco, viene ella ad essere intersecata nelle parti superiori, dalla linea del pelo del rigurgito. Lo stesso succede, ma con minore divario, nel ristringimento degli sbocchi, che obbliga l'acqua influente in quel sito ad alzarsi di pelo; perchè a causa del ristringimen-

mento accennato, restando tutte le sezioni superiori, colle loro larghezze morte, cioè con acque alle sponde stagnanti, o per tutto ritardate, succede quasi lo stesso, che se tutto il fiume s'andasse ristringendo; onde, siccome in questo caso l'acqua s'alzerebbe più nelle sezioni ristrette, che nelle più ampie, le quali non avessero alcuna connessione, o dipendenza dalle prime; così, nell'istessa maniera, nel caso del solo ristringimento dello sbocco, l'acqua si eleverà per lungo tratto; ma finalmente nelle sezioni superiori non patirà alcuna elevazione, e nelle inferiori sempre più, quanto esse saranno maggiormente vicine allo sbocco. Il che ec.

Di quì si conosce la ragione, per la quale *la piena di un fiume, entrando in una palude, o lago scarso di acqua, v' entra con maggiore velocità, e con minore altezza di corpo, di quello faccia, trovando la predetta palude, o lago in colmo; benchè la quantità della piena si supponga, nell' uno, e nell' altro caso, la medesima*. Posciachè, nel primo supposto, non trovando la piena tanta resistenza nell'acqua del recipiente, non sono le di lei sezioni inferiori, tanto ritardate; e perciò l'acqua vi entra con maggiore velocità, e per conseguenza, con minore altezza di corpo; ma nel secondo caso, essendo il recipiente colmo d'acqua, accresce le resistenze all' influente, il cui corpo è necessario si alzi a proporzione della velocità maggiormente perduta, colla regola addotta nella Proposizione prima.

Ciò, che sia per succedere nel terzo caso, addotto sul principio di questo Capitolo; cioè, quando il fiume influente ha il fondo dello sbocco più basso della superficie del recipiente, ma non quanto basta per dar luogo a tutta l'acqua corrente per esso, è facile a dedursi dal detto finora nell'esame degli altri due casi; e però in questo proposito si possono proponere i seguenti Corollarj.

Corollario I.

Poichè apparisce assai chiaramente, che *la superficie dell' influente non si spianerà su quella del recipiente, ma sarà sostentata nelle parti superiori, e formerà allo sbocco un gonfiamento, inclinato alla parte dell' influsso*, che con tale caduta agirà contro le sponde, tentando di allargarle colla corrosione; il che non potendo succedere, come per esempio, se le sponde fossero di sasso, conserveraffi detto gonfiamento nello stato di prima; ma allargandosi lo sbocco, anche la detta superficie, in proporzione, s' abbasserà.

Corollario II.

Ma perchè in tanto dee succedere il gonfiamento predetto, in quanto *la sezione dello sbocco resta minore del bisogno; scemerassi* ella, ed anco *toglierassi affatto, sì per la diminuzione dell' acqua del fiume influente; sì per l' alzamento della medesima nel recipiente*; perchè nell' uno, e nell'altro caso, la sezione resta in proporzione accresciuta; ed al contrario, *si manifesterà il gonfiamento, o coll' accrescersi dell' acqua nell' influente, o col calare nel recipiente*; il che anche succede in alcune cateratte delle minori, che si manifestano in fiume basso, e non sono osservabili nelle piene maggiori.

Corollario III.

In fatti *detto gonfiamento è una specie di piccola cateratta*, che secondo la diversità delle circostanze, ora farà una caduta libera, ora una corrente più veloce, ed alle volte, cioè, quando il fiume è grosso dalla parte di sotto, non farà effetto osservabile. *Di tal genere sono le mutazioni delle cadenti del fondo de' fiumi, da una minore inclinazione, ad una maggiore;* poichè nulla impedisce, che l'ultima sezione della cadente meno inclinata, non si consideri per uno sbocco della spezie predetta. *Della stessa natura sono le angustie, che fanno i pilastri de' ponti alla sezione del fiume in quel sito*, sotto gli archi de' quali, per lo più, si vedono l'acque accrescere la forza del corso; poichè non si varia l'effetto, purchè l'acqua, o per l'alzamento del fondo, o per la strettezza delle sezioni, sia obbligata ad elevarsi di corpo, e non possa mantenere l'altezza acquistata, nelle sezioni inferiori.

Corollario IV.

Egli è anco manifesto, *che l'acqua, la quale gonfia sopra la superficie del recipiente, può godere d'una velocità maggiore di quella del restante della sezione* medesima *allo sbocco*, attesa la mancanza delle resistenze a questa, e non all'altra; siccome è chiaro, che *dirigendosi detta velocità verso il fondo, vi cagionerà qualche gorgo*: effetto assai frequente, non solo di questa, ma ancora di altre cause, negli sbocchi de' fiumi.

Corollario V.

Quindi pure apparisce la causa, per la quale, *sebbene ne' tempi de' grandi o rigurgiti, o ristagni, si fanno delle deposizioni nel fondo degli alvei, o degli sbocchi de' fiumi, non crescono però esse mai tanto, da impedire lo spianamento delle superficie dell'acqua, l'una coll'altra:* poichè, se più crescessero, gonfierebbe il pelo dell'influente sopra quello del recipiente, e succederebbero, o gli effetti addotti al *Corollario primo*; o pure di nuovo (il che sarebbe più facile) verrebbe, per la forza della corrente maggiore, ad escavarsi il fondo; e perciò si attemperano gli effetti, di maniera, che succeda tutta quella alluvione, ch'è possibile a farsi, senza che l'acqua, per soverchio ristringimento della sezione, possa gonfiare.

La direzione delle foci è una delle principali circostanze, necessarie da considerarsi in questa materia; posciachè da essa derivano, ora buoni, ora pessimi effetti. Quello che s'accorda alle regole, o alla necessità della natura, si è, che

PROPOSIZIONE IV.

Le *foci de' fiumi influenti deono secondare, colla direzione dell'ultimo tronco del loro alveo, il filone del fiume recipiente.*

Sia A B il filone del fiume recipiente, e la direzione di esso da A in B; *Fig.* 49. e supponiamo, che il fiume influente vi porti dentro le sue acque, secondo

do la linea D C perpendicolare alla A B. Perchè dunque i moti, secondo i principj della Statica, tanto meno s' impediscono l' un l' altro, quanto minori sono gli angoli, che fanno le linee delle loro direzioni (di maniera che non può esservi impedimento veruno, quando le linee predette sono parallele, e tendenti alla stessa parte) ne segue, che incontrando A C la corrente D C ad angolo retto, s' impediranno vicendevolmente; e perciò la direzione D C non potrà ritenere la primiera linea, e sarà, per così dire, strascinata in D G, nello stesso tempo, che il filone G B sarà spinto dalla direzione D C, o D G, in G H, facendo l' angolo H G B maggiore, o minore, secondo la proporzione, che ha la velocità di A B a quella di D C; ond'è, che essendo tal proporzione assai grande come, per lo più succede, per essere la velocità del fiume influente pochissima, a riguardo dell' impedimento del riflusso, o ristagno, e quella di A B in niun modo, o pochissimo alterata; necessariamente sarà l' angolo H G B insensibile, e tanto minore, quanto più acuto sarà l' angolo A C D, o A G D: incontrandosi adunque, che in D G vi sia ripa atta a patire corrosione, questa si farà dalla parte di D G, e rallentandosi il moto dell' acqua verso D C, ivi si farà l' alluvione, e lo sbocco si volterà tutto in D G. Ma perchè, sminuendosi l' angolo A G D, si sminuisce anco la forza, che fa la corrente A B contro la D G; e perchè ancora il terreno della ripa, bisogna pure, che abbia qualche resistenza all' essere corroso, (che supponiamo sia sempre la stessa) perciò, se la potenza di A H contro D G sarà tale da superare la resistenza della ripa; per necessità si farà nuova corrosione, fino in D F, ovvero in D E B; ed allora stabilirassi la situazione dello sbocco, quando per l' obliquità della ripa D E B, la forza dell' aderenza delle parti del terreno, resterà tale da non cedere all' impressioni del filone A B, rendute minori per l' acutezza dell' angolo A B E. E' adunque impossibile, che si mantenga la direzione dello sbocco in D C, ad angolo retto colla corrente del filone A B; e per conseguenza è necessario, che si porti in D E B, a seconda di A B. Il che ec.

Corollario I.

Molto maggiore sarà l' impressione della corrente A B contro la direzione D A inclinata all' opposto di essa: perchè non solo, essendo la direzione A B più valida della A D, *la sforzerà a rivoltarsi all' in giù*, e per conseguenza a rodere la ripa; ma ancora, per lo contrasto della D A, *si faranno vortici potentissimi* a rovinare le ripe; *e la corrente A B, operando contro l' angolo D A B* col continuo battersi, finalmente *lo spunterà, e rivolterà lo sbocco* v. gr. in K C, facendosi l' alluvione dalla parte di K A.

Corollario II.

Tutti i detti effetti succederanno con maggiore facilità, se il filone del fiume recipiente si stringerà contro la ripa, nella quale è aperto lo sbocco; e più difficilmente, se batterà la parte opposta; ma in tutte le maniere la natura opererà sempre, per rivoltare, o presto, o tardi, lo sbocco a seconda del filone del recipiente.

Co-

Corollario III.

Quindi è manifesto, che *se le sponde dell' ultimo tronco del fiume influente, non potranno essere corrose, nè meno si altererà la situazione dello sbocco;* ma ciò non ostante, sempre maggiore sarà lo sforzo dell' acqua dalla parte del corso del recipiente.

Corollario IV.

Se l' influente sarà molto veloce, ed il recipiente molto tardo, allora l' ingresso del primo potrà rivoltare il filone del secondo; e perciò essendo l' influente pieno, ed il fiume recipiente scarso d' acqua, molto più si avanzerà il corso di quello nell' alveo di questo, che se l' uno, e l' altro fossero nelle massime piene; nel qual caso l' acqua dell' influente si manterrà, per lungo tratto, dalla parte della ripa, nella quale è tagliato lo sbocco, fin tanto che i moti sregolati del fiume maggiore, particolarmente nelle curvità delle botti, confondano tutta l' acqua insieme, e ciò in fatti si osserva succedere, quando il fiume influente entra torbido in un recipiente, che porti acqua chiara, o al contrario.

Corollario V.

Da ciò si manifesta *l' errore di quelli, i quali pretendono, che gli sbocchi de' fiumi influenti, cagionino delle curvità, e delle botti nelle sponde opposte de' recipienti:* il che quantunque sia vero, se l' influente porti del sasso, ed il recipiente no: appena può verificarsi, quando l' uno, e l' altro corrono in sabbia; essendosi dimostrato, che la velocità del filone del fiume maggiore, molte volte non ha sensibile proporzione con quella del fiume influente, allo sbocco.

Corollario VI.

Se però, *ambidue fossero torrenti, e che venendo la piena dell' influente, non venisse quella dell' altro;* in tal caso *si potrebbe temere qualche cosa;* se però la larghezza dell' alveo del recipiente non fosse tale, che potesse ritardare la velocità dell' influsso, quindi è, che in casi simili particolarmente *essendo le quantità dell' acqua, e le velocità eguali, quel fiume, che prima entra nell' alveo commune, mantiene il suo filone a dispetto della corrente di quello, che sopravviene,* benchè qualche poco alterato dalla primiera situazione.

Corollario VII.

Gli sbocchi de' fiumi nel mare, sono pure obbligati a secondare le correnti di esso, siano queste, o perpetue, o cagionate temporaneamente da' venti; quindi è, che i fiumi della Romagna, e del Ferrarese, rivoltano gli sbocchi a destra, perchè la correntia dell' Adriatico rade il lido dell' Italia partendosi

da

da Venezia verſo la terra di Bari; ed in altri luoghi i venti burraſcoſi obbligano i fiumi ad aprirſi nuove foci in luoghi coperti, o ſecondanti la furia di eſſi. Vero è, che le correntie del mare, ſe ſono lente, non hanno gran forza per cagionare l'effetto predetto; ma pure, quando nulla vi oſti, non laſciano di fare quello, che poſſono.

Corollario VIII.

E perchè *nelle foci de' fiumi influenti, per lo più, ſi fanno de' vortici*, e per conſeguenza *de' gorghi; ſono frequentemente gli sbocchi di detti fiumi, altrettante chiamate al filone del recipiente*, per iſpingerſi alla parte di eſſi; contraſta però ſempre la forza dell' influente per ribatterlo, almeno tanto da inſinuarſi colle ſue acque tra 'l filone del recipiente, e la di lui ſponda contigua, preſſo la quale, come ſi è detto di ſopra, durano per qualche ſpazio a correre ſeparate dalle altre; e *lo ſteſſo ſi oſſerva anche negli sbocchi al mare*, quando qualche vento obbliga l'acque di queſto, a prendere corſo verſo una parte determinata.

Dalla mala ſituazione degli sbocchi, ſi vede chiaramente, che deono molte volte ſuccedere effetti dannoſi, i quali mettono in pericolo gli argini, ed alle volte cagionano delle inondazioni, il che dal volgo viene attribuito alla reſiſtenza, che incontra il fiume influente allo sbocco; e perciò meglio ſarebbe, in tal caſo, provvedere il fiume influente di una foce di buona direzione, che d'intraprendere, o oſtinatamente di conſervare la mala ſituazione dello sbocco, o di fare delle diverſioni diſpendioſiſſime, e alle volte male inteſe. Tale è il fine della natura, nell'aprire che fa molte foci ad un fiume ſolo: benchè rare volte ſi ſerva di tutte per iſcarico dell' acque di eſſo, eleggendo, ſecondo le occaſioni, quella, per la quale è più facile, e più ſpedito lo sfogo; e ciò principalmente ſi oſſerva a' lidi del mare, l'onde del quale, per cauſa de' venti, ora ſcorrono ad una parte, ora ad un'altra. Si dee però avvertire, che la mutazione degli sbocchi ſi faccia col minore allungamento di linea, che ſia poſſibile, per non fare elevare di troppo il fondo del fiume, coll'allontanare la foce dal ſuo principio; eſſendo, come ſi è detto il fondo dello sbocco, la baſe, ſulla quale s'appoggia la cadente di qualſiſia fiume.

CA-

CAPITOLO IX.

Dell' unione di più fiumi insieme, e loro effetti.

E UN artifizio assai rimarcabile della natura quello d'accoppiare fiumi a fiumi, e di mandarli così uniti a sboccare nel mare; e talora è anche effetto di una necessità, che non permette il corso di un fiume, separato da quello d'un altro, sisi, o per l'intrecciamento, che porta seco la diversa direzione de' fiumi distinti; ovvero per lo pendio, che insegna la strada all'acque, per la quale possono avere lo sfogo più facile: anzi le obbliga molte volte a prenderne una determinata. Questa necessità però, o non mai, o rare volte, va scompagnata dall'utile, che apporta l'unione di più acque in un alveo solo, di maniera che pare solo instituita dalla natura, per servirsi di essa, come di un mezzo efficacissimo, per ottenere i vantaggi, che si diranno: e perciò può passare per una necessità artificiosa. Per assicurarsi di ciò, si prenda una carta geografica, nella quale siano delineati tutti i rivoli, torrenti, e fiumi, che tributano le loro acque ad un fiume reale, e nella medesima sia parimente espresso il corso di esso fino al mare; e si faccia prova di correggere gli errori, per così dire, che qualcheduno potesse credere, essere stati fatti dalla natura, nell'unire le acque di tutti que' fiumicelli in un solo maggiore; indirizzando perciò ogni corso di acqua a dirittura verso il mare. In ciò fare facilmente ognuno si chiarirà, qual esser dovrebbe l'ampiezza della superficie della terra, necessaria per tanti fiumicelli; quali gl' impedimenti, che frapporrebbero al commercio le intersecazioni moltiplicate dalle strade; quali ostacoli si opporrebbero agli scoli delle campagne; e quante altre cose difficolterebbero la medesima nuova delineazione sopra una carta, che non esige, nè considerazione di caduta, nè livello di piano di campagna, nè riflesso alcuno a' luoghi, dov'essa maggiormente decliva col pendio, o ad alcuna delle altre circostanze, che sono altrettanto necessarie, quanto bene avvertite dalla natura nel regolare, che ha fatto, il corso de' fiumi: e tanto, cred'io, potrebbe bastare per disingannare quelli, che pretendono, che la buona regola della condotta delle acque sia, d'incamminare i fiumi al mare per linea retta, come per la più breve, sull'unico fondamento della nota proprietà del triangolo, due de' cui lati presi insieme, sono sempre maggiori del terzo; stimando essi perciò essere un errore di natura il portarsi di un fiume a scaricarsi in un altro, e per esso al mare, cioè per due linee, quando senza tale unione, potrebbe per una sola linea, dotata conseguentemente di maggiore declività provvederlo di alveo, e di sbocco, secondo il loro credere, proporzionati al bisogno.

Per fare anche meglio apparire l'artifizio della natura, trasandando per ora la necessità, che dipende da varj principj, secondo la diversità delle circostanze, ci daremo a spiegare, e dimostrare le utilità, che risultano dall' unione di più fiumi in un sol alveo, e gli effetti ad essa susseguenti.

PRO-

PROPOSIZIONE I.

Se saranno due fiumi eguali di larghezza, e profondità, ed affatto simili l' uno all' altro, i quali scorrano, e sbocchino separatamente nel mare; sarà la somma delle loro larghezze maggiore di quella, che avrebbero, se uniti insieme corressero dentro un sol alveo.

Siano i fiumi l'uno A B C D, l'altro C D E F, de' quali le larghezze A C, C E siano eguali; e siano, nelle altre circostanze tutte, affatto simili, cioè di eguale profondità, di egual corpo d'acqua, di eguale caduta ec. e s' intenda, che questi due fiumi corrano paralleli, l' uno all' altro, separati solamente dalla sponda commune C D, che suppongasi, per esempio, un argine. Dico, che la somma delle larghezze A C, C E sarà maggiore, correndo i fiumi separati, di quello sia per essere, se levato l' argine C D, s'unirà il corso del fiume A D con quello di C F.

Fig. 50.

Posciachè egli è certo, che, attesa la resistenza della sponda C D, l'acqua tanto d' un fiume, che dell' altro sarà vicino ad essa impedita nel suo corso; e perciò il filone sarà v. gr. in G, ed H: ma levato l'argine C D, cioè a dire tolta di mezzo la resistenza della sponda C D, si ridurranno i due filoni in un solo, che sarà in C D, come parte dell' alveo più lontana alle sponde A B, E F; sarà dunque in C D la maggiore velocità del fiume, e sarà anche maggiore di quello fosse prima in G, ed H attesa la maggiore distanza del filone C D dalle sponde: e perchè l' acqua de' due fiumi separati corre impedita dalla resistenza di quattro sponde; e quella de' medesimi uniti non patisce la resistenza, che di due sole, la quale si rende anche minore nel luogo del filone; ne segue, che quanto di velocità s' accresce all' acqua nella parte C D, tanto ne scemi vicino alle sponde A B, E F; adunque, essendo l' acqua torbida, si faranno deposizioni alle ripe, e la larghezza dell' alveo A E renderassi minore. Il che ec.

In questa dimostrazione non si è considerato, che il solo accrescimento di velocità, nato dalla rimozione dell' impedimento della sponda commune C D; e tanto bastava per dimostrare il ristringimento dell' alveo; ma se metterassi a conto il profondamento maggiore, che succederà al fondo dell' alveo, tanto minore sarà la larghezza, alla quale si ridurrà il fiume unito.

La verità di questa Proposizione, si prova anche coll' esperienza, *se si misureranno le larghezze di tutti i fiumi, che unendosi formano un fiume maggiore, si troverà* infallibilmente, *ch' esse insieme unite, supereranno quella del fiume maggiore*, come nota il P. Castelli *al Corollario XI.* essere stato fatto, e trovato dal Fontana nel misurare i fiumi, e i fossi, che mettono foce nel Tevere, e nel paragonarli all' alveo di questo, e particolarmente all' apertura del Ponte Quattrocapi.

PROPOSIZIONE II.

I predetti due fiumi uniti, maggiormente profonderanno il loro alveo, che non farebbero correndo separati.

Fig. 50.

Ciò è manifesto; perchè si è dimostrato nella Proposizione antecedente, che il filone C D del fiume unito, correrà più veloce, che i filoni G, H, de' fiumi separati; adunque, supponendo, che la materia, che compone il fondo, sia della medesima natura di prima, dovrà ella cedere alla velocità

rà accresciuta, e per conseguenza l'alveo si profonderà; ma profondandosi, acquisterà l'acqua maggiore altezza, e per conseguenza maggiore velocità; adunque tanto maggiormente potrà ella corrodere il fondo, ed abbassarlo; E perchè profondandosi l'alveo del fiume, e correndo l'acqua in maggior copia, e con maggiore velocità nel mezzo, di quello, faceva prima, è necessario, che il moto dell'acqua vicino alle sponde si ritardi; ne seguiranno, per questo capo, nuovi ristringimenti. E perchè quanto le sezioni d'un fiume sono più strette, tanto guadagnano in profondità; contribuirà l'angustia della sezione a rendere più profondo l'alveo: e per conseguenza tanto continuerà a profondarsi, e ristringersi il fiume, fin che equilibrandosi la resistenza delle ripe, e del fondo colla forza dell'acqua, si stabilisca l'alveo, come si è detto *nel Cap.* 5. Saranno adunque le profondità de' fiumi uniti, maggiori di quelle de' solitarj, e disuniti. Il che ec.

Per un'altra ragione deono profondarsi gli alvei de' fiumi uniti, ed è, che richiedendo essi sbocco maggiore nel mare, non solo deesi esso rendere più grande in larghezza, ma ancora in profondità. Ma sopra degli sbocchi più profondi disposte delle cadenti, anche egualmente, non che meno declivi, lasciano il fondo del fiume più basso; adunque i fiumi uniti richiederanno l'alveo più profondo, non solo per la minore declività, che loro compete; ma anco per la maggiore bassezza del fondo dello sbocco.

Corollario I.

Dalla predetta dimostrazione evidentemenre apparisce, che *le larghezze de' fiumi uniti saranno anche minori della somma de' disuniti, non solo per la mancanza delle resistenze, minori ne' primi, che ne' secondi; ma anche per la maggiore profondità, e velocità dell' acqua degli uniti.*

Corollario II.

E' anche chiaro, che *le sezioni de' fiumi uniti saranno sempre minori della somma delle sezioni de' disuniti*, perdendosi molto più in larghezza, di quello che s'acquisti in profondità; posciachè dovendo le sezioni essere reciproche alle velocità medie, e riuscendo queste maggiori col profondamento dell'alveo; ne segue, che le sezioni debbano restare minori.

Corollario III.

E perchè moralmente è impossibile, che tutti i fiumi tributari entrino in un tempo colle loro acque nell'alveo del recipiente, osservandosi, che per lo più succedono l'uno all'altro; di modo che di già sarà passata la piena di un fiume influente, quando arriva quella di un altro; perciò *non è necessario, che la sezione del fiume maggiore sia equivalente alla portata dell' acqua delle piene di tutti i fiumi influenti*; e conseguentemente *le sezioni di esso riusciranno*, anche per questo capo, *minori della somma delle sezioni degl' influenti*.

PROPOSIZIONE III.

Ne' medesimi supposti, non solo s' escaverà il fondo del fiume unito, dopo l' unione; ma ancora si profonderanno gli alvei de' fiumi confluenti, avanti dell' unione.

Sia la cadente della superficie del fiume influente F B; e quella del fiume unito, o del recipiente B C, e la profondità dello sbocco B D; e suppongasi, che unito il fiume F D con un altro simile, ed eguale, dopo la confluenza siasi profondato in B G, secondo ciò, che si è dimostrato nella Proposizione antecedente, disponendosi il fondo nella linea G H, la quale sarà meno declive, che la E D, che si suppone la cadente del fondo, che averebbe il fiume, se da se, senza unione di altri, sboccasse nel mare. Perchè adunque l'altezza dell' acqua nel fiume unito B G, dovrà essere maggiore, che nel disunito B D, sarà la differenza D G, e perchè i due fiumi, che compongono il fiume unito B H, si suppongono eguali, e simili, dovrà il fondo d'ognuno di essi essere unito al fondo G H; e perciò il fondo dell'influente E D, non potrà essere mantenuto in E D, ma dovrà andare ad unirsi col punto G; e perchè le condizioni del fiume E D, richiedono la declività di E D, sarà necessario, che la cadente del fondo, prima del sito dell'unione, sia una linea, come I G, parallela alla E D; e perciò bisognerà, che il fondo E D s'abbassi in I G. Il che ec.

Fig. 51.

Corollario I.

E perchè gli sbocchi sono i fondamenti delle cadenti superiori ad essi; benchè anco il fiume influente fosse minore del recipiente, nondimeno *quando lo sbocco del primo nel secondo dovesse restare più basso, che se corresse da se al mare, proporzionabilmente si escaverebbe il fondo del fiume influente*, come si è dimostrato *nel Capitolo ottavo*.

PROPOSIZIONE IV.

Supposte le medesime cose, la cadente del pelo d' acqua del fiume unito sarà sempre meno inclinata all' orizzonte, di quella del fiume disunito.

Ciò è manifesto, sì per la maggiore abbondanza dell' acqua, che in maggior quantità, sempre fa maggiore sforzo per ridursi all' equilibrio col pelo d' acqua del suo recipiente; sì per le ragioni seguenti. Poichè i fiumi, quando sono maggiori, hanno regolarmente maggiore larghezza di alveo; e perciò hanno minori, in proporzione, le resistenze; e conseguentemente, in parità di circostanze, maggiore velocità, alla quale susseguendo maggiore scarico; ne deriva in conseguenza minore l' altezza dell' acqua sopra la superficie del recipiente. Ma disponendosi seriatamente altezze minori dallo sbocco in su, ne nasce minore la declività della superficie; adunque i fiumi, quando saranno maggiori, tanto minore avranno la declività del loro pelo; ed essendo i fiumi uniti, maggiori, che i disuniti, sarà la cadente del pelo de' primi, meno declive della cadente del pelo de' secondi. Il che ec.

La seconda ragione si desume dalla minore declività del fondo ne' fiumi uniti, che ne' disuniti; i quali perciò ne' siti omologi, sono più vicini al cen-

centro della terra. Ma l'acque, che corrono sopra fondi più bassi, restano altresì più basse di superficie; adunque i fiumi uniti saranno più bassi di pelo. E perchè la cadente del pelo d'acqua dee regolarmente sempre andare ad unirsi col pelo del recipiente, che si suppone, nell'uno, e nell'altro caso, invariato, ne segue, che tirate due linee da' predetti siti omologi, ma da altezze disuguali, sarà meno declive quella, che avrà il termine più basso, cioè quella, che sarà propria del fiume unito.

Può alcuno dubitare, se sia vero, che l'acque correnti sopra fondi più bassi restino colla superficie anche più bassa ne' siti omologi, cioè egualmente distanti dallo sbocco; perchè quantunque sia vero il primo, può però l'aumento dell'acqua essere tanto, che richieda altezza di corpo maggiore di quello, che la medesima altezza, e velocità susseguente possa produrre di profondità nell'alveo. E certo, se si supponesse, che un fiume corresse per un alveo, le cui sponde, e fondo fossero molto resistenti, potrebbe darsi il caso, che la superficie dell'acqua nel fiume unito fosse più declive, che se non v'entrasse alcuno degl'influenti. L'esperienza però fa vedere, che negli alvei fatti di terra, più può, per escavare il fondo, ogni poco di velocità aggiunta, che per elevare la superficie la copia dell'acqua influente; e perciò, sebbene l'abbondanza dell'acqua fa crescere l'altezza della sezione; l'abbassamento però del fondo supera il di lei effetto, e le piene restano più basse di superficie ne' fiumi uniti, che ne' disuniti.

Se si considera inoltre, che gli sbocchi de' fiumi dentro il mare, sono impediti; e perciò bisogna, che si allarghino, e si profondino più di quello, che richiederebbe la quantità dell'acqua, che passa per essi, non essendo impedità; facilmente si persuaderà ognuno, che crescendo l'acqua nel fiume, dovrà di molto abbassarsi il fondo dello sbocco; e per conseguenza anche il fondo del fiume; e per lo contrario, non essendo molte volte sensibile l'alzamento della superficie dell'acqua del mèdesimo, chiaramente si manifesta, quanto prevalga l'escavazione del fondo, e la maggiore larghezza dell'alveo, all'accrescimento dell'altezza dell'acqua in una data sezione di fiume.

In prova di tutto ciò si può aggiungere un fatto evidentissimo. Correva sul principio del secolo presente il fiume Lamone dentro il Po di Primaro, vicino alla Villa di S. Alberto: dal qual luogo fu divertito, e mandato a sboccare da se solo nel mare Adriatico. Quello, che n'è seguito si è, che il detto fiume ha così elevato il proprio fondo, che in oggi, a dirittura di S. Alberto, resta più alto del pelo delle piene del Po predetto; e per conseguenza il pelo delle di lui piene riesce tanto più alto, ed ha bisogno di argini altissimi, per essere mantenuto nel suo letto. Ciò supposto, si può discorrere così: Se l'acque di detto Po di Primaro si dividessero in tanti fiumi, eguali al Lamone, e si mandassero a sboccare per più alvei nel mare, certa cosa è, che in ciascheduno di essi succederebbe l'effetto medesimo, ch'è succeduto al Lamone; adunque le piene di essi si vedrebbero molto più elevate di pelo, che non sono ora quelle del Po di Primaro; e per lo contrario, se detti alvei così divisi, si tornassero a riunire nell'alveo del Po di Primaro, non oltrepasserebbe la di lui piena il segno, al quale in oggi si eleva; adunque più fiumi uniti farebbero delle piene meno alte di superficie, di quello faccia uno di loro disunito. E perciò è evidentissimo, che i fiumi uniti hanno la cadente pel pelo d'acqua, più bassa, e meno declive di quello, che l'abbiano i fiumi disuniti.

Corollario I.

Lo ſteſſo ſi verifica riſpetto a' *fiumi maggiori*, i quali, ſiccome ſono meno declivi di fondo; così *hanno la ſuperficie meno inclinata all' orizzonte, ſe ſi paragonino gli ſtati ſimili*, cioè, o nelle maſſime altezze d'acqua, o nelle maſſime baſſezze, o in iſtati d'acqua proporzionalmente diſtanti dall' uno, e dall' altro degli eſtremi predetti. Ciò pure è manifeſto per l' eſperienza; atteſochè, ſe ſi prenderanno due fiumi correnti al mare, l' uno, e l' altro nella ſua piena maſſima (col pendio della quale ſuol camminare il piano ſuperiore degli argini) e ſe ſi livellerà, o la ſuperficie della piena, o il piano predetto degli argini, ſempre ſi troverà, che maggiore ſarà l' inclinazione ne' fiumi minori, che ne' maggiori.

Corollario II.

Ed eſſendo ciò vero, anco riſpetto alla cadente dell' acqua baſſa, ne ſegue, che *le campagne molte volte potranno avere lo ſcolo ne' fiumi grandi, e loro ſarà negato ne' minori*; e perciò giova in molti caſi, per dare lo ſcolo alle terre, che per altro non potrebbero averlo, unire inſieme più fiumi; perchè abbaſſandoſi con ciò il fondo del fiume unito, e la di lui ſuperficie in acqua baſſa, o ordinaria, potranno le terre ſcolarviſi dentro.

Corollario III.

E perchè (ſebbene ne' fiumi influenti non ſi altera così conſiderabilmente la cadente del pelo, tanto alta, che baſſa) ſi profonda l' alveo, e conſeguentemente il pelo dell' acqua baſſa ec. *potranno anche negli alvei di queſti, quando l' abbaſſamento ſia ſufficiente, ottenere lo ſcolo le campagne contigue*.

Corollario IV.

Similmente, perchè le piene de' fiumi influenti debbono portare la loro ſuperficie ad unirſi con quella della piena nel tronco comune de' fiumi uniti, e dovendo ella avere una determinata pendenza; ne ſegue, che *abbaſſandoſi la ſuperficie della piena del fiume unito, reſterà anche più baſſa quella della piena del fiume influente*; e perciò non avrà biſogno di argini tanto alti, quanto richiederebbe, ſe doveſſe portarſi da ſe ſolo al mare.

Corollario V.

E tanto meno alti ſi richiederanno vicino allo sbocco, e per quanto può durare il rigurgito del fiume recipiente; perchè trovandoſi in queſto tratto tutte le ſezioni dell' alveo maggiori di quello, che richiede la quantità dell' acqua, che vi paſſa (come che queſta ha la ſua velocità impedita) ne ſegue, che la cadente della piena ſarà meno inclinata in queſto pezzo d' alveo, che nel reſtante più alto; e perciò gli argini, in detta parte, ſi richiederanno più baſſi.

Corollario VI.

Potendo molte volte *incontrarsi, che l' unione di più fiumi in un alveo solo, lo scavi talmente, che la superficie delle piene non giunga al piano della campagna;* perciò, *in tal caso non sarebbe necessaria alcuna construzione d' argini*, e si provvederebbe a tutti que' danni, che portano seco le rotte de' medesimi: insomma si riceverebbero tutti que' vantaggi dall' unione, che procedono dall' avere il fiume incassato piuttosto, che arginato.

Corollario VII.

Perchè *l' acque unite* corrono con maggior corpo, e perciò con maggiore profondità, e sboccano al mare con foce più ampia, più profonda, e più libera; perciò *formano porti, e si rendono navigabili per buon tratto;* al che contribuisce ancora la poca declività della superficie del fiume, che rende più facile il navigare contr' acqua. Qual' utile apportino le navigazioni alle Provincie, non è quì luogo di parlarne, come d' un punto assai noto; sapendosi, che molte Città debbono la loro origine, accrescimento, e conservazione a tale prerogativa.

Tutto ciò, che finora si è detto, si dee intendere, quando i fiumi siano stabiliti d' alveo, e portino acque torbide, che possano contribuire al loro stabilimento; e perciò non è applicabile a' condotti dell' acque piovane, le superficie delle quali, o per essere chiare, o perchè gli uomini hanno l' attenzione di mantener loro scavati gli alvei, a misura della necessità, regolarmente sono più basse (anche nelle loro maggiori escrescenze) delle piene de' fiumi. Si dee parimente avvertire, che *quantunque tutti i predetti buoni effetti si verifichino nel tronco del fiume unito, non è però necessario che succedano sempre negli alvei di quelli, che si portano all' unione*, potendo darsi il caso, che riesca di maggior utile il portarsi un fiume da se al mare, che l' unirsi con un maggiore; dipendendo la determinazione del vantaggio, o svantaggio, da diverse circostanze, che meritano di essere esaminate; come sono, per esempio, la situazione del fiume, che si vorrebbe unire al maggiore; la condizione della campagna di mezzo, e degli scoli di essa: e la caduta, esito, e distanza della foce, poichè, se la di lui linea, fino allo sbocco, fosse più breve, e con caduta al mare maggiore di quella, che può avere sul pelo basso del fiume, col quale si pretendesse di unirlo; egli è certo, che niun buon effetto si potrebbe sperare nell' alveo di esso, benchè fossero per succedere tutti gli accennati nell' alveo di quello, che lo ricevesse. Anche però in questo caso può succedere, che torni il conto di fare l' unione di due fiumi; come, se lo sbocco al mare fosse impedito o in una spiaggia di poco fondo: e che perciò lasciasse luogo di dubitare che il prolungamento della linea, potesse in breve togliere la necessaria caduta al fiume, o pure s' egli portandosi al mare a dirittura, dovesse passare per siti bassi, che richiedessero grand' elevazione di argini, e simili. In somma è necessario un ben pesato giudizio di tutte le circostanze, ed una ben distinta cognizione di ciò, che succede all' unione de' fiumi, prima di determinare, quali siano i benefizj, che possono ricavarsi, dal mandare un fiume a sboccare nel mare, o pure in un altro maggiore.

Ecco adunque quanto bene la natura provveda, mandando i fiumi ad unir-

si insieme, a molti pregiudizi, che succederebbero alla loro disunione, e che di fatto sono molte volte succeduti, quando diversi accidenti hanno tenuti separati i fiumi, l'uno dall'altro. Era piena la Lombardia, ne' contorni di Piacenza, di rami moltiplicati del Po, e de' fiumi a lui tributarj, che la tenevano tutta ripiena di paludi; quando Emilio Scauro, riducendoli tutti in un sol tronco, bonificò quel paese, e lo rendette abitabile. E tal volta gli uomini, ingannati dall'apparenza, hanno pensato di sgravare gli alvei de' fiumi maggiori dall'acque, che si credevano soverchie, e lo hanno fatto col divertire qualche fiume, o torrente solito a sboccare in esso; non hanno tardato molto a sentirne i cattivi effetti: testimonj di ciò ne possono essere i Ravegnani, per la diversione sopraddetta del Lamone dal Po di Primaro; e gli abitatori della Romagnola bassa, per le diversioni de' fiumi Santerno, e Senio; nè lasciano i Ferraresi di sentire gli effetti dell' alzamento del fondo, e delle piene del Pò di Primaro, seguito non solo per la rivolta di tutto il Po grande nel ramo di Venezia: ma anco per la rimozione de' fiumi predetti dal di lui alveo.

Io non intendo perciò di riprovare le risoluzioni di tutti quelli, che divertiscono acqua da' fiumi, siasi, o per irrigazioni, o per condotta di canali navigabili da un luogo all'altro; perchè vi sono de' fiumi, che lo permettono senza danno notabile: tali sono per lo più, (1) quelli, che corrono chiari; atteso che, per difetto di materia, non possono nè elevarsi, nè ristringersi l'alveo; (2) quelli, che corrono per campagne alte di superficie, rispetto al fondo del fiume; poichè, benchè questo qualche poco si elevi, tale alzamento poco, o nulla pregiudica (3) quelli, che hanno grandissima abbondanza d'acqua, di maniera, che la parte divertita non abbia sensibile proporzione colla rimanente [4] quelli che portano materia sottile, la quale non richiede molta velocità per essere portata sino allo sbocco (5) quelli, ch' entrano nel mare in luoghi, ne' quali i flussi, e riflussi sono molto grandi; poichè l'acqua del mare, che nel tempo del flusso entra negli alvei de' fiumi, ritornando indietro nel tempo del riflusso, serve a tenere netto l'alveo dalle deposizioni: al che mi do a credere, s'appoggi la durabilità de' molti canali navigabili, che si trovano nell' Olanda, e in altri luoghi.

In contrapposto de' benefizj, che apporta l'unione de' fiumi, vi è qualche danno da non trasandarsi in questo luogo; poichè (1) i fiumi uniti, che sono anche i maggiori, hanno le tortuosità più grandi di giro; e perciò qualunque volta si danno a corrodere una ripa, riesce più difficile, o almeno più dispendioso il difenderla; di modo che in casi simili sovente accade, che si stimi minor danno il ritirarsi indietro con gli argini, che l'impedire con opere manufatte l'avanzamento della corrosione. Questo danno però viene in parte ristorato dal fiume medesimo; perchè quanto esso leva di terreno da una parte, tanto ne aggiunge colle alluvioni dall'altra. (2) Accadendo una rotta negli argini di un fiume grande, occuperanno le di lui acque uscite dall' alveo, più grande ampiezza di terreno, che se fosse succeduta in un fiume picciolo; e perciò potranno essere causa di danni maggiori [3] Queste rotte, come che riescono di più ampia apertura, portano maggior dispendio, e molte volte più difficoltà in chiuderle, secondo le circostanze (4) Quello, che è più notabile in questo particolare, si è ciò, che dà motivo alla seguente proposizione.

PRO-

PROPOSIZIONE V.

Se un fiume maggiore correrà con poca caduta, e dopo lasciato di portare ghiaia, se gli unirà un fiume, che ne porti dentro il di lui alveo; sarà il fiume maggiore obbligato, o a mutar corso, o ad elevare il proprio fondo nelle parti superiori.

Poichè egli è evidente, che l'acqua d'un fiume, benchè mossa con velocità considerabile, non può spingere molto all' innanzi un sasso gettatovi dentro, se non ha molta caduta nel fondo dell'alveo, e particolarmente se il fondo predetto non sarà resistente. Vero è, che sul principio, e per poca quantità, la forza dell'acqua, scavando d'intorno al sasso il terreno, lo seppellirà in esso: ma finalmente non potendo detto sasso essere profondato all'ingiù sino al centro della terra, converrà, che il primo sasso seppellito arrivi ad un sito, sotto del quale non possa passare; e perciò potranno bene, sopra di esso, sostenersi altri sassi, che bastino a riempire tutto il sito fino al piano del fondo del fiume, ma non più, nel qual caso non potendo più profondarsi il sasso, nè smaltirsi lungo il corso dell'acqua, attesa la poca declività del fondo dell'alveo, converrà, che entrati i sassi nell'alveo del fiume maggiore, ivi si fermino, e comincino ad elevare il fondo, per formare quella pendenza all'alveo, che è necessaria per impellere avanti i sassi, e le ghiaie, avendo riguardo alla forza dell' acqua del fiume unito, non più a quella dell' influente; ed in questo caso, facendosi come una chiusa di sassi attraverso dell'alveo del fiume unito, converrà che la di lui acqua, nella parte posteriore, si elevi di superficie, per potere sormontare col suo corpo l'impedimento de' sassi portati dal fiume influente; e restando l'acqua del fondo, per causa dell' impedimento medesimo, priva, o rallentata di moto; ne seguirà, che ivi si faranno delle deposizioni; e per conseguenza il fondo dell' alveo s' eleverà, tutto al contrario di quello, che succederebbe, se il fiume influente portasse materia; omogenea a quella, che porta il fiume unito in dirittura dello sbocco; e la ragione di questa diversità si è, che nell' ultimo caso l' unione de' fiumi accresce forza, ma non aggiunge impedimento; ma nel primo aggiunge più impedimento, che di forza; e se accadesse, che tanta fosse la forza, quanto l'impedimento accresciuto, allora non si altererebbe in conto alcuno il fondo del fiume unito.

Tal elevazione di fondo nelle parti posteriori dell' alveo suppone una condizione difficile da ottenersi; ed è, che la ripa opposta allo sbocco del fiume influente resista alla corrosione; altrimenti, deponendosi il sasso dalla parte dello sbocco, e spingendosi avanti a scarpa verso la ripa opposta, lascierà il fondo maggiore della sezione dalla parte di essa ripa; alla quale perciò voltandosi il filone dell'acqua, comincierà ad aprirsi il passo verso quella parte, cagionando un giro di corrosione, per lo quale, appoco appoco, volteranssi tutta la corrente del fiume, proporzionandosi l' alveo in quel sito; al che seguirà, che il fiume influente prolungherà la sua linea, formandosi l'alveo dentro le ghiaie deposte nel sito vecchio del fiume maggiore, e s' aprirà nell'alveo di esso un nuovo sbocco. E quì nuovamente si torneranno a produrre i medesimi effetti di prima, rispingendosi sempre la corrente del fiume maggiore al lato opposto, e facendo nuove corrosioni; e tutto ciò s'anderà continuando, fin che il fiume tributario si farà prolungata la linea tanto, che cessi dal portar ghiaie nell' alveo del fiume, dentro del quale deve egli avere l'ingresso. Il che ec.

Da questo principio mi do io a credere, proceda, che i fiumi reali, i quali ricevono il tributo di altri fiumi minori, se corrono per pianure, tengano la loro corrente lontana dalle radici de' monti; poichè, siccome può essere, che il Po, per esempio, abbia avuto una volta il suo corso vicino, o agli Appennini, o agli Euganei [dal che non discordano le tradizioni de' popoli, e le notizie, che dello stato antico di esso s' hanno dall' istorie] così può esserne stato rispinto, nella maniera predetta, da' fiumi, che scendono da essi, e che allora solo abbia trovato un sito stabile, quando trovatosi, quasi in mezzo della gran valle della Lombardia, s'è assicurato, che non entrino nel di lui alveo sassi, e ghiaie portate da' fiumi influenti; ed in fatti s' osserva, che dopo, che il Po lascia di correre in ghiaia, non ne riceve più di sorta alcuna da' fiumi tributarj.

Da questa medesima causa può anche nascere la tortuosità, o piuttosto l'obliquo, e serpeggiante corso di alcuno de' fiumi reali; poichè, come si è detto dovendo essere rispinta da' sassi la corrente di esso, fino ad essersi sufficientemente prolungata la linea del fiume influente (per esempio, essendosi rivoltato in C D E, l'andamento del fiume reale, fino a dar luogo al necessario allungamento della linea del fiume A B fino in B, che sia l'ultimo termine delle ghiaie) può darsi il caso, che il fiume G F, anch' esso, richieda il prolungamento G F fino al punto F, supposto esso pure l'ultimo termine della portata de' sassi; nel qual supposto è evidente, che il corso del fiume C E F non potrà passare trà F, e G, ma necessariamente dovrà essere rispinto in E F; e per la stessa ragione potrà dal fiume H I essere nuovamente rispinto in F I, di modo che il fiume reale prenda, per tali cause, il corso serpeggiante C D E F I, che in questo caso, non sarà un errore di natura; ma bensì un rimedio necessario a provvedere a quegli sconcerti, che senza detta tortuosità, necessariamente succederebbero.

Fig. 52.

Da questa considerazione si cavano alcuni avvertimenti necessarj; il primo de' quali è, di non introdurre mai alcun fiume, che corra in ghiaia, dentro l'alveo d'un fiume reale, che abbia il fondo arenoso, o limoso; (2) di non abbreviare mai la linea a que' fiumi influenti, che portano il sasso assai vicino alla propria foce (3) che le corrosioni delle ripe de' fiumi reali, prodotte da' sassi, portati dentro de' loro alvei da' fiumi tributarj, sono irrimediabili, ed è opera, e spesa egualmente inutile, che dannosa al corso del fiume reale, l' ostarvi. (4) che, quando sia cosa possibile, torna più a conto, o portare più abbasso la foce del fiume influente; o allungargli la strada colle tortuosità, per fargli deporre il sasso, prima dell' introduzione.

Noi abbiamo detto nel principio di questo Capitolo, che molte volte l' unione de' fiumi è fatta per una necessità di natura. Ciò è manifesto in tutte le congiunture; perchè non essendo altro la natura, che la combinazione delle cause operanti, senza la direzione artificiosa della mente umana; tutte le volte, che più fiumi si sono uniti insieme senza opera di uomini, ciò è succeduto per virtù di cause necessariamente operanti, le quali sempre agiscono verso quella parte, dove trovano maggiore facilità. E perchè, come si è fatto vedere, i fiumi, quanto sono maggiori, tanto più facilmente smaltiscono le proprie acque; perciò quelle, che scorrono sopra la superficie della terra, si sono portate ad introdursi ne' fiumi grandi, facendo prima picciole unioni, e poi maggiori, fino al formarsi gli alvei de' fiumi reali. Tale necessità però molto si manifesta ne' fiumi, che scorrono fra le montagne, dalle radici delle quali sono sforzati i fiumi a scorrere verso una parte determinata, cioè verso quella, dove si trova l' apertura di esse, che da

dà l'uſcita al fiume medeſimo; e perciò i fiumi, che ſcorrono fra' monti, ſeguitano, tanto nel loro corſo, quanto nelle unioni, la direzione delle valli formate dalle montagne; ſianſi eſſe valli effetti del corſo de' fiumi, o pure formate dalla natura prima d'eſſi; e perciò non ſi uniſcono i fiumi inſieme, prima che una valle non ſia aperta in un altra, ſe pure non vi ſiano condotti ſotterranei, per li quali poſſano i fiumi avere il loro eſito, Gli effetti però ſono i medeſimi, tanto ne' fiumi, che ſcorrono fra le montagne, quanto in quelli, che per le pianure ſi portano al mare; nè variano in altro ſe non in ciò, che i primi hanno il ſito de' loro alvei più determinato, e riſtretto fra le radici de' monti; ma i ſecondi poſſono variar corſo da un luogo all'altro, portandolo ora più a Levante, ora più a Ponente; e perciò pochi ſono i luoghi della Lombardia, che in un tempo, o in un altro non ſiano ſtati bagnati dalle acque del Po, di cui, anche in oggi, ſi vedono tante veſtigia di alvei derelitti.

Tutto il ſopraddetto appartiene principalmente agli effetti, che s' oſſervano negli alvei de' fiumi uniti; ma per quello, riſguarda le alterazioni, che arrivano all'acqua corrente per eſſi, ſi dee diſtinguere; perchè, o ſi parla degli sbocchi, e di ciò abbiamo trattato nel Capitolo antecedente, ſiccome di quello, che accade a' fiumi tributarj; o pure ſi diſcorre degli effetti dell' acque accomunate con quelle del recipiente, e di già abbiamo detto, che la direzione dello sbocco fa diverſi effetti; onde reſta da diſcorrere dell alzamento, che fanno i fiumi influenti nel recipiente, il che procureremo di fare nel ſeguente Capitolo.

CAPITOLO X.

Dell' escrescenze, e decrescenze de' fiumi, e della proporzione, colla quale s' aumentano l'acque de' medesimi.

POchi, per non dir niuno, sono i fiumi, che corrano sempre colla medesima quantità d'acqua, senza accrescimento, o diminuzione; se pure non sono canali regolati, ne' quali s' attemperi l'introduzione dell'acqua con diverse fabbriche, o diversivi; il che anche riesce d' una somma difficoltà, particolarmente senza una continua vigilanza, ed assistenza alle macchine regolatrici. Gli altri tutti s' accrescono d' acqua per diverse cagioni. Ma quì si dee per maggiore chiarezza distinguere; perchè o si parla della quantità assoluta dell'acqua, o pure della sezione, che occupa nel passaggio, per un dato sito del fiume. Se si parla della *quantità assoluta dell' acqua*, non v' ha dubbio, che questa *si accresce per lo maggiore vigore delle sorgenti; per la quantità delle piogge; per le nevi liquefatte; e per l' acqua de' fiumi influenti ec.* ma se si discorre dell' area della sezione, che occupa, oltre le predette cagioni, può concorrervi *il ristagno del mare, o de' fiumi maggiori;* ed anche, sebbene insensibilmente, *la forza del vento contrario alla corrente; il ristringimento dell' alveo;* e generalmente *tutti gl' impedimenti inferiori*, che levano la velocità al corso del fiume.

L' accrescimento d' acqua ne' fiumi, per causa delle sorgenti più abbondanti, rare volte è repentino; ma per l' ordinario si fa gradatamente, e per lunghi intervalli di tempo. Non così quello, ch' è prodotto dalle *piogge*, e dalle *nevi* liquefatte, le quali *fanno crescere ad un tratto i fiumi minori*, benchè (di rado incontrandosi, che i fiumi influenti s' accrescano tutti in un tempo) non procedano a proporzione le piene de' fiumi maggiori. Questi, se hanno lungo tratto, *possono aumentarsi d' acqua nelle parti più vicine allo sbocco, senz' alterarsi nelle più lontane;* perchè può darsi il caso, che l' acqua delle piogge faccia crescere un fiume influente inferiore, e che, non piovendo nell' istesso tempo in quel tratto di paese, che tramanda le sue acque ad un altro superiore, questo non si alteri dal suo stato ordinario; siccome può anche succedere, che cresca il fiume nelle parti superiori, e non riceva motivi d' accrescimento da' fiumi inferiori; ma non *perciò saranno esenti dall' escrescenza le parti più basse dell' alveo*. Ciò d' ordinario succede nella liquefazione delle nevi, la quale facendosi ne' monti più alti solo l' estate, e soffiando il scirocco, i fiumi inferiori, che d' ordinario nascono dalle montagne più basse, nelle quali si disfanno più presto le nevi, non possono a quel tempo per mancanza di queste, aumentarsi; ed ordinariamente, non succedendo l' estate piogge tali da far correre i fiumi gonfi, nè meno per causa di queste possono, moralmente parlando, venire le piene a' fiumi inferio-

feriori. Quindi è, che attemperandosi l'accrescimento d'una causa, col difetto d'un altra, ha ciascun fiume, siccome tutte l'altre cose, così il suo massimo stato, che non può eccedere naturalmente, cioè a dire i limiti del suo alzamento; e benchè non sia impossibile l'unione di tutte le cause, e l'accrescimento della loro energia, nulladimeno *sunt certi denique fines*, i quali trasgredendosi, succederebbero diluvi irreparabili, come quando s'aprirono le cateratte del Cielo, e gli abissi della Terra. Resti dunque determinato, che *ogni fiume ha il suo termine d'altezza, oltre il quale non passano le di lui piene maggiori*, ed al quale deono essere superiori le ripe, e gli argini del fiume, acciocchè non succedano inondazioni.

Non è perciò maraviglia, se *le piene de' fiumi minori durano meno di quelle de' maggiori*: perchè, accrescendosi i primi per l'escrescenze degl'influenti, che hanno gli sbocchi in poca distanza, l'uno dall'altro, corre poco divario dall entrata di uno all'entrata dell'altro e richiedendosi poco spazio di tempo, per la brevità del cammino, allo scarico dell' acqua introdotta in essi; al cessare della causa produttrice della piena, cessa altresì, poco dopo, la medesima: ma ne' fiumi maggiori, quando anche le cause operanti concorressero tutte in un tempo, i fiumi inferiori più presto si scaricherebbero: di modo che al sopravvenire della piena cagionata dall'influsso de' fiumi più alti, quelli avrebbero di già smaltite le proprie acque, e perciò non aggiungerebbero, più dell'ordinario, al fiume maggiore; ond'è, che frequentemente s'osserva, che *al cessare della piena dell'ultimo influente, sopravviene quella dell'altro immediatamente superiore*, e mantiene nel fiume recipiente quell' accrescimento, che non può essere effetto dell' influente inferiore; e così procedendo successivamente, chiaramente si vede, che tanto dee durare la piena, quanto basta per dare scarico a tutti i fiumi, che debbono tramandare le loro acque al mare in diverse distanze da esso.

Molto *più durano le piene fatte dal disfacimento delle nevi*, richiedendo queste lungo tempo al loro intero consumo, particolarmente, se esso dee succedere a forza di Sole, che non opera egualmente in tutte le parti delle montagne, che hanno le loro faccie esposte più, o meno a' raggi di esso; o pure opposte a' medesimi, e sono per lo più tali, che non ricevono il di lui calore, che dopo molte ore del giorno, e lo perdono molte ore prima della sera. Quindi è, che *durando lungo tempo lo scioglimento delle nevi, durano a proporzione le piene de' fiumi*, le quali, siccome non arrivano al mare il primo momento, che le nevi cominciano a disfarsi, ma addimandano lo spazio tal volta di molti giorni, ne' fiumi di lungo tratto; così non cessano immediatamente, dopo il totale consumo delle medesime, ma continuano qualche giorno dopo, quanto cioè ricerca l'acqua per arrivare al mare, per lo tratto dell'alveo, nel quale corrono. Da ciò si toglie la maraviglia, che ostentano alcuni, nel veder venire tal volta le piene de' fiumi a ciel sereno, e senza pioggia veruna, per ispiegare il quale effetto hanno indotte cause occulte, ricorrendo agl'influssi delle Stelle, ed alle cause universali.

Succede anche talvolta, che *ne' siti alti d'un fiume venga una piena considerabile, e nelle parti inferiori non porga motivo di farvi sopra alcuna riflessione*, tanto riesce ella moderata. Ciò succede, se la piena è fatta da' soli fiumi influenti superiori: perchè ne' proprj alvei, e nel tronco comune, può darsi il caso, che formino una sezione assai alta; ma arrivando ne' siti dell'alveo più dilatato, e non occupato in quel tempo dalle piene de' fiumi inferiori, è necessario, che per la larghezza della sezione, s'abbassi la superficie

ficie dell' acqua, e perciò non renda confiderabile la piena. Ne' fiumi temporanei s'accoppia alla predetta, un' altra caufa dell' effetto medefimo; ed è, che incontrandofi dopo una gran ficcità, che il fiume s' accrefca d' acqua, una parte di quefta può effere imbevuta dal fondo, e dalle fponde dell' alveo, e fare l' effetto medefimo, che alle volte fanno le voragini incontrate per iftrada da' fiumi; bifogna però, che l' acqua imbevuta dal terreno, abbia qualche manifefta proporzione a quella, che refta, acciò fucceda l' effetto fenfibile; che perciò non può offervarfi, che ne' fiumi piccioli, e nelle piene di poca durata.

Quando un fiume entra a correre nell' alveo d' un altro, fe quefto avrà il fondo, e le fponde ftabilite, e proporzionate all' acqua di tutti gli altri fiumi, che dentro vi mettono, non v' è dubbio, che *farà crefcere l' altezza della di lui acqua più, o meno, fecondo lo ftato, in che lo troverà*. E' regola universale, ch' *entrando i fiumi influenti in acqua baffa del recipiente, accrefcono l' altezza di quefta più, che non fanno in acqua alta*, in maniera che il minimo accrefcimento fuccede nelle piene più grandi del recipiente, e ciò, fuppofta la medefima quantità della piena dell' influente. Quindi è, che *a ftimare gli alzamenti, che fa un fiume in un altro, è neceffario confiderare lo ftato di quello, che lo riceve*. Similmente, *fe un fiume influente entrerà, colla fua piena torbida, in acqua baffa del recipiente, farà interrimenti nell' alveo di quefto*, sì nel fondo, che nelle fpiagge; ma tali interrimenti, ficcome fi fanno nel proprio alveo da ciafcun fiume, per caufa delle piene minori, e nelle maggiori fi confumano; così al fopravvenire d' una piena più grande nel recipiente, tutti gli interrimenti fatti dalla piena dell' influente, immediatamente fi levano nell' atto di crefcere, ch' ella fa fucceffivamente; onde non è buon argomento, per determinare, fe un fiume interrifca l' alveo di un altro, quello, che fi fonda fopra l' offervazione degli effetti delle piene dell' influente. Per altro tali interrimenti non s' offervano, quando il fiume influente entra in acqua alta del recipiente, fe l' altezza fia viva, e non indebolita dal riftagno del mare, o altro.

Entrando un influente pieno in un recipiente baffo, e cagionandovi, come fi è detto, altezza confiderabile, non folo fi volterà verfo il mare; ma *può darfi il cafo, che rigurgiti all' insù per l' alveo del recipiente, fin dove arriva l' orizzontale dell' altezza da lui fatta*. Ciò però farà vero, quando, o il recipiente non aveffe acqua di forta alcuna; o pure così poca, che non poteffe fuperare, colla fua acqua, fopravegnente nel tempo dell' alzamento, il rigurgito dell' influente; ed in quefto cafo, benchè nella parte inferiore fuccedano interrimenti, non però fi faranno nella parte fuperiore; perchè l' acqua del recipiente riftagnata, obbligherà tutta la torbida a voltarfi all' ingiù; ma per altro, non potendo effa impedire il rigurgito, s' interrirà l' alveo anche nelle parti fuperiori, che però tornerà al fuo effere primiero fopravvenendo la piena del recipiente. Queft' effetto s' offerva nel Po di Primaro allo sbocco del Santerno, le piene del quale anticipando, di molte ore, quelle degli altri fiumi fuperiori (trattenuti di più, e ritardati dallo fvagamento, che hanno per le paludi) rigurgitano per l' alveo del Po predetto per molte miglia, correndo all' insù, quando trovino le acque baffe; ed interrendo l' alveo del medefimo. Ma, venendo le piene in acqua alta, non fi fa rigurgito di forta alcuna, e facendofi picciolo l' alzamento del pelo del recipiente, nel fito dell' introduzione, poco anche, o niuno è il riftagno, e l' elevazione dell' acqua del recipiente nelle parti fuperiori; che perciò fempre fi rende minore, quanto più fi fcofta dallo sbocco, fino a farfi infenfibile in poco fpazio.

La medesima diminuzione d'altèzza di pelo d'acqua si fa nell' alveo del recipiente, alla parte inferiore dello sbocco; perchè andando la cadente del pelo dell'acqua bassa ad unirsi colla superficie del mare, ed il simile dovendo fare la cadente del pelo della piena, è necessario, che la distanza di queste due linee concorrenti [le quali ogni ragion vuole, che siano congeneri, e simili] si faccia minore, quanto più si avvicinano al punto del concorso, cioè alla foce; e perciò *l'altezza aggiunta dalla piena sopra il pelo del recipiente, è maggiore in faccia allo sbocco, e poi sempre si fa minore, quanto più la piena s'accosta al mare;* e conseguentemente non v'è necessario tanto di ripa, o d'argine per contenerla.

Le piene maggiori dell'istesso fiume, osservate nell' istesso sito, *sono sempre più veloci delle minori;* e se qualche volta si vede il contrario, ciò è segno, che la piena non è veramente maggiore, benchè tale apparisca, a causa de' ristagni inferiori; posciachè *il segno della grandezza reale delle piene non è l'altezza sola dell'acqua*, ma piuttosto la velocità, ed inclinazione maggiore del pelo della medesima; mentre è certo, che restando la superficie del mare sempre nello stato medesimo, allora potranno ben dedursi le piene maggiori dalla maggiore altezza, che però sarà sempre congiunta con maggiore velocità, ed altresì, con maggiore inclinazione di superficie: ma *crescendo l'altezza dell'acqua per lo ristagno del mare, e non crescendo la piena, allora la velocità si ritarda*, e la superficie dell'acqua si rende meno declive. Non deono perciò annoverarsi tra le piene tutti gli alzamenti dell'acqua; mentre questi possono essere effetti anco degl'impedimenti inferiori.

Abbiamo detto di sopra, *essere proprio de' fiumi maggiori, l'avere le piene di più lunga durata*, e ne abbiamo assegnata la causa, che è il diverso tempo dell'introduzione de' fiumi influenti colle loro piene nell' alveo comune; e la medesima ci fa conoscere, che *i fiumi maggiori non passano dallo stato basso al maggior segno della piena con quella celerità, che fanno i fiumi minori*, attesa la differenza maggiore del tempo, che intercede tra l' arrivo d' un fiume influente, e quello di un altro, il quale ne' minori, e ne' torrenti è poco meno, che contemporaneo; e perciò particolarmente gli ultimi arrivano colle piene così improvvisamente, che non danno tempo molte volte a' passeggieri, i quali s' incontrano a passarli a guado, di porsi in salvo. Ma v'è ben un' altra, anche più potente ragione, cioè che *aumentandosi* successivamente *i fiumi con eguale quantità d'acqua somministrata in tempi eguali, non s'accrescono egualmente in altezza;* ma maggiori sono sempre gli alzamenti sul principio, che sul fine, in maniera che un palmo di elevazione aggiunta ad un fiume già gonfio d'acqua, può essere effetto di una causa tre, o quattro volte maggiore di quella, che può accrescere all'acqua bassa due, o tre palmi di altezza; quindi è, che le piene sul principio si vedono crescere più sollecitamente; e perciò un fiume, che s'alzi nelle piene sette, o otto piedi, arriverà al suo colmo in poche ore; ed un altro, le cui escrescenze s'elevino a quindeci, o sedici piedi, stenterà ad arrivarvi in molte giornate.

Colla medesima proporzione dell'accrescimento, succede il decrescimento de' fiumi, posciachè quelli, che crescono poco, e sollecitamente nelle piene, anche presto si sgonfiano; ma gli altri, che spendono molto tempo per arrivare al sommo della piena, durano più a mantenersi in tale stato; perchè siccome l'accrescimento di molt'acqua in un fiume pieno non fa che una picciola elevazione, così la detrazione di altrettanta, non fa, che un simile abbassamento.

Sono più frequenti le piene maggiori in un fiume minore, che in un maggiore; e

la

la ragione si è, ch'è più facile l'incontro di poche cause in operare, ciascheduna nel suo sommo vigore, di quello sia l'unione di molte; onde, dipendendo le piene massime de' fiumi grandi dal concorso di più fiumi influenti, è difficile, che s'incontrino tutti a portare successivamente, ed in tempo proporzionato le loro piene nell' alveo del recipiente; siccome è difficile, che le piogge s' incontrino a cadere, e le nevi a disfarsi in un tempo medesimo in tutti i luoghi d'un paese vastissimo, e molte volte di clima differente, come è quello, che occupa il corso d' un fiume reale: all'incontro in un fiume picciolo, che comincia, e finisce in una Provincia, è facile l'unire due, o tre fiumi influenti, a crescere nell'istesso tempo; e perciò a cagionare una piena anche massima nel recipiente.

Hanno i fiumi certi tempi determinati, ne' quali, per lo più, succedono le maggiori escrescenze di tutto l'anno; poichè altri si gonfiano la primavera, e l' autunno, altri, restando bassi tutto il resto dell' anno, s' accrescono solo l' estate; e ciò dipende dalle cause delle piene maggiori, operanti più in un tempo, che in un altro: posciachè *quelli, che s' ingrossano per lo disfacimento delle nevi, hanno le loro piene a quel tempo, che regnano gli Sciroccbi, o altri venti caldi,* che in questo nostro clima succede qualche volta l'inverno, ma per lo più ne' mesi di Marzo, e di Aprile; ma ne' luoghi più alti, non bastando lo Scirocco, e richiedendosi accoppiato il fomento de' raggi solari, si prolunga la liquefazione delle nevi, a' mesi di Maggio, e di Giugno: *i fiumi* poi, *che si gonfiano per le piogge, hanno le loro massime piene l' autunno;* perchè a quel tempo cominciano le piogge più frequenti, e durevoli, *i torrenti di poco corso si vedono più gonfi l' estate, e nella primavera;* quando, cioè, per cagione de' temporali cadono le piogge più impetuose, ed abbondanti, benchè di minore durata; e non sarà difficile a chi si sia, considerando la cagione delle piene, ed il tempo, nel quale dette cause si rendono più efficaci, il dedurre anche, in qual tempo succedano le massime piene d' un fiume.

Molti fiumi però *hanno dell' escrescenze fregolate, delle quali non si vede alcuna manifesta cagione;* possono però procedere da cause meno cognite, siasi o perchè rendasi difficile l'indagarle; o pure, perchè la lontananza del luogo, dov'esse operano, induca un'ignoranza, che gli uomini non curano di levarsi, col disagio de' viaggi: tali sono le inondazioni del Nilo, del Tevere, e d'altri fiumi, delle cause delle quali vanno anche in traccia i filosofi, e gli architetti delle acque, senza averle potute finora accertare. Generalmente perciò pare, che non possa crescere l' altezza dell' acqua in un fiume, se o non s' accresce il di lei corpo, o non si scema la velocità; onde, per dire qualche cosa nel particolare di dette inondazioni, sarà bene discorrere sopra l' uno, e l' altro di questi capi.

L' accrescimento del corpo d' acqua si fa, o perchè le fontane ne somministrino in maggiore abbondanza: o perchè le piogge discendano più furiose: o perchè le nevi siano più copiose: o perchè le medesime si disfacciano con maggiore celerità. Queste ultime cause si rendono patenti per osservazione immediata; poichè ognuno può bene giudicare della quantità della pioggia, e dell' altezza delle nevi, e della prestezza del loro scioglimento; può anche conoscere l' abbondanza delle sorgenti, quando queste sono manifeste, come quelle, che danno l'origine a' fiumi; ma perchè ve ne possono essere anche di quelle, che siano ignote; *può darsi il caso, che senza disfacimento di nevi, senza pioggia, senza aumento d' acqua alle sorgenti del fiume, il di lui corpo s' accresca.* Ognuno, che sia versato nell'osservazione de' fiumi, o pratico delle storie di essi, sa, trovarsi alcuna volta negli alvei de' medesimi delle voragini, alcuna del-

delle quali assorbisce l'acqua di essi, e fa scemarla; ed alcun altra ne somministra loro della nuova, e fa accrescerla: di queste voragini se ne trovano anche nel mare, ed è famosa quella di Norvegia, che sei ore riceve l'acqua, e sei altre la rigetta; così la Cariddi di Sicilia ec. e tra quelle de' fiumi s'annoverano quelle del Danubio, alcune delle quali ingoiano, ed altre vomitano l'acqua; e se non altro, si trovano nella superficie della terra delle aperture, che ricevono tutta l'acqua di fiumi grandi; ed altre, dalle quali scaturiscono fiumi interi; perciò può darsi il caso, che nell'alveo di qualche fiume, sempre coperto dall'acqua, o nel fondo di qualche lago, vi sia alcuna di queste voragini, la quale, per la maggior parte del tempo assorbendo le acque (e perciò mantenendole sempre basse) cessi, per qualche giorno, dal suo solito ufficio, e cagioni piene non prevedute; o piuttosto, che dalla medesima scaturisca un abbondanza di acqua così grande, ed insolita, che aumentando quelle del fiume, le obblighi a gonfiarsi straordinariamente.

Io non ardisco di asserire, che la causa dell' inondazioni del Tevere sia di questa natura; ma quando sussista ciò, che vien riferito da qualche Autore, cioè, essere accadute inondazioni spaventose a ciel sereno, in calma di mare, senza venti, e senza nevi alle montagne; crederei giusto il motivo di dubitare, che le sorgenti, o coperte, o scoperte, ne fossero state la causa, e che tornasse a conto l'accertarsi, se nell'alveo, o del Tevere, o de' tributarj di esso, vi sia alcuna voragine di tal natura. Egli è certo, che nell'alveo de' fiumi, che sono assai profondi, si manifestano sorgive; e di fatto, in tempo d'acque basse, si vedono grondare dalle ripe de' fiumi debolissime scaturigini d'acqua; ma di queste, in caso simile, non se ne tien conto veruno; siccome non si fa caso del consumo dell' acqua, che succede, come si è detto ne' fiumi temporanei, quando venendo le piene, e trovando l'alveo asciutto, una parte dell' acqua resta imbevuta dalla siccità della terra, che l'attrae anco molto da lontano; e perciò alle prime piene dell' autunno, si vedono ravvivare le vene de' pozzi, e le sorgive delle campagne: sono però queste apparenze niente altro, che un picciolo modello di ciò, che operano gli assorbimenti più grandi, e le sorgenti più gagliarde esistenti ne' letti de' fiumi. Si potrebbero addurre molte cagioni, per le quali le predette voragini possono non operar sempre nella stessa maniera, o assorbendo, o rigettando l'acqua; ma perchè questo non è il principale oggetto di questo Trattato, tralasciando di far ciò passeremo a considerare l'accrescimento dell'altezza dell'acqua, per la diminuzione della velocità.

Le cause, che ritardano la velocità de' fiumi, sono l'elevazione del pelo del recipiente: la direzione del moto di esso, opposta a quella del filone dell' influente; il vento contrario: il ristringimento dell' alveo: e tutti gl' impedimenti inferiori. Dell' elevazione del pelo del recipiente, e della direzione opposta allo sbocco, abbiamo parlato abbastanza, trattando delle foci, e perciò tralasceremo di discorrerne quì. Rispetto alla forza del vento, questo dee considerarsi in due stati; perchè, o ella s'esercita per una linea parallela all' orizzonte; *ed allora poco toglie di velocità all' acque del fiume*, potendo al più, ritardare quella sola, ch'è nella superficie; e perciò non mai si vede, che il vento cagioni elevazione sensibile nell'acque correnti; ma solo un certo increspamento, che fa credere a' poco pratici, che il fiume corra all' insù, attribuendo essi a tutta l'acqua quel moto, che vedono nell'alzamento successivo dell'onde: ovvero la direzione del vento è inclinata al piano orizzontale, e *non v'ha dubbio, che secondo la diversa inclinazione, e la forza, che ha*

in

in essa, non possa produrre effetto più manifesto, facendo l'onda del fiume più elevata; ed in ciò forse consiste tutto l'alzamento, che può fare la direzione, e la forza del vento. Ma perche *il vento più inclinato all' orizzonte*, meno si oppone alla corrente; perciò anco *meno opera in ritardarla, almeno nelle parti inferiori*, le quali si sà per prova, anche ne' mari più burrascosi, non risentire il moto delle tempeste; anzi vi è, chi crede, portarsi la parte inferiore dell' onde con moto contrario a quello del vento. Quindi è, che *per cause delle grandi inondazioni de' fiumi, non possono accusarsi i venti*, se non quanto fanno elevare la superficie del mare, dentro il quale deono avere i fiumi l'ingresso. Finalmente il ristringimento dell'alveo, e gli altri impedimenti inferiori, o sono perpetui; ed in tal caso operano, anche fuori del tempo delle piene; o pure sono accidentali, e temporanei; e rade volte s'incontrerà, che siano di tal forza, che possano fare elevare notabilmente l'acque del fiume, ed in ogni caso è da considerarsi la loro qualità, per potere adeguatamente discorrerne.

Abbiamo di sopra addotto per regola, che le piene de' fiumi escavino il loro letto, quando si trova interrito dalle piene minori, o da altra cagione; tale Proposizione però si dee intendere in termini abili, perchè *si danno de' casi*, tutto che accidentali, *ne' quali le piene maggiori fanno delle deposizioni nel loro letto*, che non sono fatte da altre minori. Per esempio, una piena mezzana d'un fiume, che sgorghi nel mare, in tempo della di lui somma bassezza, potrà, o profondarsi il letto, o pure mantenerlelo espurgato, il che non farà una piena maggiore, che trovi il mare burrascoso; mentre ritardato il moto alle di lei acque, si deporrà nel fondo la materia più pesante, la quale, cessando il ristagno, e continuando la piena, o sopravvenendone un' altra, di nuovo si solleverà, e sarà portata al suo termine. La diversità parimente delle direzioni, che hanno l'acque d'un fiume durante una piena maggiore (che nel diminuirsi di essa, riducendosi l' acqua ad un solo filone, si toglie) è cagione, che nelle piene più grandi, contrastando una direzione coll' altra; e per conseguenza rallentandosi il moto, si deponga qualche materia arenosa, ma cessando il contrasto predetto delle direzioni, e perciò obbedendo l'acqua ad una sola di esse, riacquista il moto, che prima aveva perduto, e la materia deposta, di nuovo viene incorporata all'acqua, e portata altrove.

Lo stesso accade al cessare repentino dell' abbondanza dell' acqua, che forma la piena, perchè essendo dalla violenza precedente rapita qualche materia pesante, e portata a seconda del fiume, mancando d'improvviso la forza, che la sosteneva, cade in un tratto al fondo, e cagionandosi, l'elevazione de' quali sopra il piano del fiume, porta seco un inclinazione di superficie, molte volte maggiore di quella, che può sostenere la corrente dell'acqua bassa, senza corrosione; e perciò, non rare volte, s'osserva essere corroso il fondo del fiume, o piuttosto riportate via dall' acqua bassa dopo la piena, le deposizioni fatte nel tempo di essa; i ribalzi fatti in tempo di piene dal fondo alla superficie, e che cessano sminuendosi la velocità dell'acqua (siansi essi prodotti, o da impedimenti sollevati sopra il piano del fiume; o da' gorghi, che rivomitino l' acqua per una direzione inclinata all' orizzonte) fanno gli effetti stessi, che il contrasto delle direzioni moltiplicate; e perciò anche in questo caso possono succedere delle deposizioni, le quali nel cessare della piena di nuovo si tolgano. Da queste osservazioni sono stati persuasi alcuni, che i fiumi torbidi interriscano tanto più, quanto sono maggiori, e che i fiumi chiari sempre scavino; ma da ciò, che abbiamo detto circa lo stabilimento degli alvei, chia-

chiaramente apparisce, che questi sono effetti di cause accidentali, e che le deposizioni, e l'escavazioni nascono da altro principio, che dalla torbidezza, non bastando la presenza della causa materiale, ma ricercandosi di più l'efficiente, per produrre un effetto.

Tra gli effetti delle piene si contano le corrosioni delle ripe, e degli argini, e le rotte de' medesimi. Della generazione delle prime abbiamo detto, quanto occorreva *nel Capitolo* 6. solo si dee avvertire, che le corrosioni non sono un effetto derivante da' soli moti, e direzioni del fiume; ma molte volte vi concorre la gravità della terra, la quale privata del suo fondamento nelle parti più basse della ripa, supera col suo peso l'aderenza delle proprie parti, e staccandosi dal restante, cade nel gorgo sottoposto, nel qual luogo macerata dal continuo corso del fiume, si scioglie in picciole particelle, ed incorporata all'acqua, viene portata altrove. Quindi è, che nel maggior vigore delle piene scalzandosi il piede delle sponde, si toglie il sostegno inferiore alla terra; ma essendovene un laterale, cioè l'altezza dell'acqua, che fa spinta contro *la ripa*, e tiene in qualche modo unite le parti della terra, questa *durante la piena si sostiene, ma nel calare della medesima si vede dirupare, e manifestarsi la corrosione*. E quindi è, che le ripe, che stanno a perpendicolo sul pelo dell'acqua, sono più facili a corrodersi; e perciò *utile è il consiglio di quelli, che scaricano le ripe de' froldi*, cioè, che le dispongono ad un piano inclinato all' orizzonte; sì perchè questa situazione più resiste all'impeto del fiume; sì perchè le corrosioni inferiori non cagionano così grande staccamento di terra nelle parti superiori della sponda; sì finalmente, perchè la terra levata dalla ripa può servire, occorrendo, per rinforzo dell'argine alla parte esteriore.

Le corrosioni grandi, se non s'ha tempo, e forza d' impedire, o di provvedervi, *in un fiume incassato altro non fanno, che renderlo sempre più tortuoso*, mutargli la via del filone, e per conseguenza trasportare più alto, o più basso il vertice della corrosione; ma *ne' fiumi, che addimandano argini, sono causa delle rotte de' medesimi*, e delle inondazioni ad esse susseguenti. Non ostante però, che *la corrosione* anteceda qualunque rotta, *non è* quella *sempre la principal causa di questa*; posciachè il sormontare, che fa l'acqua il piano superiore degli argini il trapelare per li pori della terra, che li compone: l'impeto laterale contro argini deboli, che possono esser tali, o per la qualità della terra, o per la loro strettezza; e mille altre cagioni, possono concorrere a rovinarli. Pertanto nelle rotte s' osservano comunemente vari effetti, i quali, o sono comuni a tutte le rotte, o ricevono qualche particolarità, secondo la diversità delle cause, dalle quali procedono. Gli effetti adunque sono:

Primo: *lo scemarsi repentino della piena nelle parti superiori del fiume*, più, o meno, a misura della maggiore, o minore felicità dello scarico, che ha il fiume per essa. Questo effetto nasce da ciò, che si è detto di sopra, cioè che le sponde del fiume fanno considerabile resistenza al corso dell'acqua, che questa inferiormente ritardata, da occasione alla maggior elevazione, non solo del proprio corpo, ma anche di quello dell'acqua superiore. Levata perciò la resistenza della ripa, a causa della rottura dell' argine, e della libera espansione per le campagne, necessariamente l'acqua si rende più veloce [al che concorre, anche alle volte la caduta precipitosa, che si trova al di sotto della rotta medesima] e perciò abbassandosi di pelo, permette, che la superficie del fiume nella parte superiore, anch'essa, si disponga ad un simile sbassamento. Effetto simile è stato dimostrato dal Signor Lorenzo Bellini insigne Medico, e Mattematico Fiorentino, e famosis-

fiffimo per le fue opere ricevute dal mondo con tanto applaufo, dovere fuccedere nella cavata del fangue dalle vene, e dall' artiere degli animali, avendo una grande anologia il corfo del fangue per li proprj vafi, a quello dell' acque per gli alvei de' fiumi, ed equivalendo l' apertura della vena alla rottura di un argine; ficcome con queſto fimbolizano le tuniche de' vafi predetti; il che ho voluto in queſto luogo motivare, acciò appaja, non eſſere così difparate le dottrine Idroſtatiche dalle Mediche, anco pratiche, com'altri per avventura fi crede; anzi eſſere affatto neceſſarie le prime, a chi vuol ben intendere in molte parti le feconde, come fpero di far vedere a fuo tempo, applicando molte notizie defunte da queſto Trattato, alla Fifiologia Medica, ed alla dottrina de' mali particolari.

Il fecondo effetto delle rotte de' fiumi è, che *nelle parti inferiori alla rotta, il corſo dell' acqua ſi rende più tardo;* e ciò nafce dallo fcemarfi, che fa l' acqua in quel luogo, divertita al difopra, per l' apertura della rotta medefima.

Terzo: Perciò *al diſotto delle rotte, i fiumi torbidi fanno qualche depoſizione, o doſſo*, effetto del moto, refo più languido.

Quarto: E per lo contrario, *al di ſopra ſuccede maggiore eſcavazione nel fondo, e maggior corroſione nelle ripe*, procedente dalla velocità maggiore del corfo; il che tutto maggiormente s' oſſerva nelle rotte, che fi chiamano *in cavamento*, cioè in quelle, nelle quali la fponda è corrofa, e portata via, fino ful fondo del fiume; e più particolarmente, fe il fiume avrà maggiore felicità di efito per la rotta, che per lo sbocco naturale.

Quinto: *Non ſolo nelle parti inferiori ſi rallenterà il corſo dell' acqua; ma anche potrà rivoltarſi all' insù*, particolarmente, fe di fotto alla rotta, entrerà in vicinanza qualche fiume influente, l' acque del quale, può darfi il cafo, che ò tutte fi portino a fcaricare per la rotta; o pure fi dividano, fcorrendo parte verfo la rotta, parte verfo la foce.

Seſto: *In caſo, che le acque del fiume influente inferiore ſcorrano tutte per la rotta, ſi muterà la cadente dell' alveo inferiore inclinandoſi al roverſcio*, cioè verfo la rotta, non con la declività propria del fiume recipiente; ma bensì con quella, che compete all' influente; ciò però non può fuccedere perfettamente, che col progreſſo del tempo, qualora tal cadenre debba farfi per depofizione; ma fe eſſa dovrà farfi per efcavazione (come quando la rotta fuccede nella fponda d' un fiume, che abbia il fondo notabilmente elevato fopra il piano delle campagne) allora poco tempo fi richiede a formare, quafi del tutto, tale cadente, ed in queſta circoſtanza, può darfi il cafo, che poco dopo feguita la rotta, l' acqua del fiume influente fi rivolti tutta a correre per eſſa, ed abbandoni il letto inferiore; non già così, quando la cadente fi dee fare interrimento; poichè ful principio l' acqua dee fcorrere bipartita, benchè dopo, alzandofi colle depofizioni l' alveo inferiore al fiume influente, appoco appoco, fia per efcludere il corfo dell' acqua per eſſo, o in tutto, o in parte, fecondo la diverfità delle circoſtanze.

Settimo: *Sin tanto, che dura la libera dilatazione dell' acqua uſcita dalla rotta, ſaranno manifeſti, e dureranno, ſino a ſtabilirſi, gl' effetti predetti*, e la rotta medefima fi dilaterà a mifura del corpo d' acqua, e della velocità del di lei corfo: ma quando, o comincierà a riempirfi la vaſtità del fito, nel quale ebbe prima lo sfogo; o pure quando le alluvioni comincieranno a formare le fponde all' acqua corrente della rotta, comincieranno gl' effetti medefimi a mancare: e perciò il pelo delle piene cominmin-

mincerà ad elevarsi; il fondo scavato ad interrirsi di nuovo; il corso dell' acqua accelerato a ritardarsi; il ritardato ad accelerarsi ec. Quindi nasce l' errore di molti, i quali si danno a credere, che gli effetti immediatamente susseguenti alle rotte, siano per continuar sempre, se si lasci, che i fiumi corrano liberamente per esse; e di questa natura è quello, che saviamente corresse il P. Castelli *al Corollario* 13. *della sua Misura dell' Acque*. Per altro egli è evidente, che gli effetti delle rotte deono cessare, chiuse che elle siano; perchè cessata la causa, cioè l' apertura dell' argine, è di necessità, che manchino ancora i di lei prodotti.

Ottavo: *Quando l' acqua delle piene formonta gli argini*, e cadendo dall' altezza di essi per lo pendio loro esteriore, li corrode, e facilmente li rompe, *si forma un gorgo a piedi dell' argine aperto*, che impedisce il prendere la rotta, cioè il rifar l' argine nel sito primiero, il che succede anco sempre ne' fiumi, che hanno il letto superiore al piano delle campagne.

Nono: Ma *quando l' argine si rompe alla prima nel mezzo*, il che succede specialmente, quando, o l' argine è troppo debole, o la corrosione s' avanza gagliardamente ad indebolirlo; o pure quando l' acqua, insinuandosi per li di lui pori, comincia a dilatarsi, ed a farsi strada per essi, *allora il gorgo si forma più lontano dall' argine nella campagna*.

Decimo: *E se potesse darsi il caso, che l' argine fosse rotto senza alcuna caduta d' acqua*, come qualche volta succede nelle rotte degli argini di poca altezza, e di molto superiori colla sua base al fondo del fiume; in tal caso *non si genererebbe gorgo veruno*, spandendosi l' acqua quietamente per le campagne.

Undecimo: *Quando si osserva, una rotta avere generati più gorghi in diversa distanza dall' argine, allora*, prescindendo dall' altre cause, che possono prodursi; *è necessario, che l' argine sia stato rotto in diversi tempi*, cioè prima più alto, e poi più basso, o al contrario: *o pure, che l' acqua ribalzata dal primo gorgo, ne abbia formato un altro*, il qual in tal caso sarà molto minore del più vicino all' argine.

Duodecimo: *L' acqua, ch' esce dalle rotte, sul principio corre bensì velocissima*, effetto e della caduta abbondante, che trova in essa, e della dilatazione immediata; *ma dopo breve tratto rallentandosi il moto*, e perduta la direzione, *si allarga per le campagne;* portandosi a riempire i luoghi bassi, che trova; e rigurgita anche all' insù, fino a formare il livello alla propria altezza, la quale si rende sempre maggiore, fin tanto, che trovando l' acqua esito proporzionato a qualche parte, si pareggi l' entrata coll' uscita; ed allora non si fa più altro alzamento. Quindi è, che la direzione ricevuta nell' uscire della rotta, spinge bensì l' acqua per qualche tratto a traverso della campagna, facendola anche formontare siti alti, quali non toccherebbe, voltata che fosse la rotta, anche in quel sito, ad altra parte; ma tal effetto non succede, che in poca distanza, mentre per altro l' acqua si porta a correre verso quella parte, dove maggiore è la caduta della campagna, maggiore l' apertura, e per conseguenza più facile l' esito concorrendo anche a ciò la continuazione de' fossi, e degli alvei degli scoli delle campagne.

Per quello, che appartiene alla proporzione, con cui s' aumentano l' acque de' fiumi nelle piene, è dimostrato dal Castelli *alla Proposizione IV.* del primo Libro della Misura dell' acque correnti, che *se un fiume en-*

trerà in un altro fiume; l' altezza del primo nel proprio alveo, all' altezza, che avrà nell' alveo del secondo, avrà la proporzione composta delle proporzioni della larghezza dell' alveo del secondo alla larghezza dell' alveo del primo, e della velocità acquistata nell' alveo del secondo a quella, che aveva nel proprio, e primo alveo, ed alla *Proposizione V. Se un fiume scaricherà una quantità d' acqua in un tempo, e poi li sopravverrà una piena, la quantità dell' acqua, che si scaricherà in altrettanto tempo della piena, a quella, che si scaricava prima, mentre il fiume era basso, avrà la proporzione composta della velocità della piena, alla velocità della prima acqua, e dell' altezza della piena all' altezza della prima acqua*. E finalmente alla *Proposizione VI. Se due piene eguali del medesimo torrente, entreranno in un fiume in diversi tempi, le altezze fatte dal torrente nel fiume, avranno fra loro la proporzione reciproca delle velocità acquistate nel fiume.*

Tutte queste Proposizioni sono vere in teorica; ma egli è ben molto difficile in pratica di rinvenire la proporzione della velocità d' un fiume nel proprio alveo a quella, che acquista nell' alveo di quello, al quale s' unisce: la quale proporzione, nell' uso della quarta, e sesta Proposizione, indispensabilmente si richiede, per determinare l' altezza, colla quale corre il fiume influente per l' alveo del recipiente. Inoltre, nella pratica della quinta Proposizione, che pure è verissima, si ricerca la proporzione, colla quale crescono le velocità al crescere dell' altezze, ad effetto di determinare quella, che hanno insieme le velocità del fiume alto, e basso; e questa non cammina della stessa maniera ne' canali orizzontali, e negl' inclinati, ne' quali ha luogo l' accelerazione del moto per cagione della discesa, essendo per altro difficile, anzi impossibile, il rinvenire detta proporzione col mezzo dell' esperienza, o di galleggianti trasportati dalla corrente, o di liquori colorati, framischiati all' acqua; poichè egli è fuori d' ogni dubbio, che le parti dell' acqua d' un fiume corrono con velocità differenti; o si desuma la diversità dalla larghezza, o dall' altezza della sezione.

Per avvicinarsi dunque più al vero, io stimo, che si debba ricorrere alla misura dell' acqua, che porta in un dato tempo la piena d' un fiume influente, insieme con quella del recipiente; e figurandosi, che debbano correre unite: adattare la velocità di tutto il corpo alle condizioni dell' alveo del recipiente, per quindi rinvenire l' altezza, che in esso può fare l' influente. Poichè egli è certo, che un torrente, che corra per un alveo di gran pendio, e perciò con gran velocità di discesa, farà una picciola sezione nel proprio letto: ma portando quantità grande d' acqua in un fiume, che corra con poca caduta, potrà fare in esso, alzamento d' acqua considerabile; ed all' incontro un fiume influente di poca velocità nel suo alveo, benchè abbia per tal cagione grand' altezza di corpo, poca ne aggiungerà a quella del recipiente, se questo avrà considerabile pendenza, e perciò molta velocità. Egli è ben vero, che, per l' ordinario, i fiumi corrono, non con la velocità della discesa, ma bensì con quella, che imprime loro l' altezza del proprio corpo; e perciò in casi di tal natura si può senza scrupolo di errore considerabile (particolarmente avendosi le necessarie avvertenze) valere di questa Proposizione: *Se un fiume crescerà per una piena sopravvegnente, la quantità dell' acqua prima della piena, a quella della piena, avrà la proporzione composta della proporzione dell' altezze, e della dimezzata dell' altezze medesime*; e conseguentemente può aver luogo la regola addotta da noi alla

Pro-

Proposizione VIII. del Libro III. della Misura dell' Acque; le quali Proposizioni, sebbene si deono intendere in termini astratti, e prescindendo da ogni sorta di resistenza; nulladimeno però, perchè è meglio che l' errore porti piuttosto qualche cosa di più, che di meno: egli è certo, che in fatti correndo i fiumi con molte resistenze alle loro velocità, queste, in parità di circostanze, vengono sempre più impedite negli alvei minori, che ne' maggiori; e calcolandosi la proporzione dell' acqua de' primi a quella de' secondi maggiore di quella, che realmente sia; ne nasce altresì l' alzamento fatto nel fiume influente, qualche poco maggiore del vero.

A vantaggio della medesima proporzione sta l' ampiezza delle golene, che ne' fiumi maggiori è assai grande, la quale allargando la sezione nella parte superiore, contribuisce a rendere l' altezza reale tanto minore di quella, che nasce dal calcolo. Per evitare però questo secondo errore, buon consiglio sarà [quando non si abbiano regolatori, che formino una sezione ben giusta] quello di prendere le misure dell' altezza, e larghezza dell' uno, e dell' altro fiume nelle sezioni più anguste di essi; essendo certo, che correndo per esse, egualmente che per tutte l' altre più larghe, la medesima quantità d' acqua, si trovano nelle medesime, le larghezze, e le altezze delle sezioni, più vive.

In questo proposito deesi in oltre considerare, ciò, che abbiamo detto più volte darsi, cioè, ne' fiumi maggiori delle larghezze d' alveo soprabbondanti, dal che nasce, che, siccome ristringendosi esse al dovere, non si alzerebbe l' acqua del fiume un pelo, e nel sito del loro ristringimento potrebbe molte volte correre il fiume influente, così si possono dare de' casi; che un fiume influente entri pieno nel grand' alveo d' un recipiente, e non vi faccia alzamento sensibile, quando, per altro, dal calcolo, che suppone sempre le larghezze vive, può essere, che risulti notabile; bastando a questo effetto, che l' acqua stagnante, o girata ne' vortici delle sezioni più larghe, prenda direzione seguita all' ingiù, e nella maniera medesima, che le piene de' fiumi influenti appena si elevano di superficie sopra il pelo dell' acque, rigurgitate per li loro alvei dal recipiente. E perchè vicino agli sbocchi (s' aprano essi, o nel mare, o in altri fiumi) la capacità dell' alveo si fa sempre maggiore; perciò le piene sopravvenienti in que' luoghi, fanno regolarmente minore alzamento al punto dell' unione, e (come si è detto di sopra) sempre minore, quanto più la piena s' avvicina allo sbocco. Se c' immagineremo, che due fiumi sbocchino nel mare con foci separate, ma, quanto dir si possa, vicine, egli è certo, che non elevandosi, per l' influsso di alcuno d' essi, sensibilmente il pelo del mare, la piena d' uno non dovrà alterare quella dell' altro: lo stesso succederebbe, se avessero il solo sbocco comune; ma se gli alvei s' unissero insieme al disopra della marina, ognuno facilmente giudicherà, dovere farsi qualche alzamento maggiore nelle piene unite, benchè poco, ed insensibile, con questa regola, cioè, che sia minore nelle minori distanze dal mare, e maggiore nelle maggiori, fino però a un certo termine, e non più oltre, il qual termine è definito dal sito, al quale si estendono i rigurgiti del recipiente. Quindi apparisce, quanto importi di scegliere siti proporzionati, quando si vogliano fare le misure delle sezioni de' fiumi, per avere quella dell' acque, che passano per essi; e fra l' altre può servire anche questa regola, di non considerare

per buone le sezioni degli alvei, che patiscono il rigurgito, come quelle, nelle quali, sì le altezze, che le larghezze non sono mai vive. Deriva anche dalle predette considerazioni un altro avvertimento, cioè la cognizione del vantaggio, che si ricava dal mandare a sboccare i fiumi minori ne' maggiori, in sito, dove arrivi il rigurgito del mare; poichè ivi crescono meno in altezza i fiumi recipienti, per l' unione degl' influenti, mancando, in questo caso, dal suo ufficio il calcolo dell' altezze sopraggiunte, che sempre darà di più del vero; siccome le sezioni del fiume sono sempre maggiori delle vive in altri luoghi di esso.

CAPITOLO XI.

Degli ſcoli delle campagne, e loro regole.

OLtre i fiumi maggiori, i quali hanno origine dalle proprie fonti nelle più alte montagne: ed i torrenti, che ſebbene non hanno alimento da acque vive, nulladimeno anch'eſſi naſcono da' monti; v'è un altra ſpecie di fiumicelli, che portano acque di ſole piogge, ma cominciano nelle pianure. Queſti poche volte, o non mai, ſono fatti dalla ſola natura; bensì dall'arte degli uomini, i quali, per eſſiccare le campagne, e renderle idonee alla coltura, hanno ſcavati foſſi, ne' quali immediatamente s' introduce l' acqua delle piogge, e che vanno ad unirſi con altri, e finalmente a sboccare in un alveo comune, pure manualmente ſcavato, che ſi chiama con nome generale *Scolo*, *Foſſa di Scolo*, *Condotto*, *Tratturo*, *Diſcurſorio*, o in altra maniera, ſecondo la diverſità de' paeſi, e tali ſcoli hanno i nomi proprj, come ſi pratica riſpetto a' fiumi. *Sono* dunque *gli ſcoli per lo più di pubblica ragione;* perchè è comune a molti il diritto d' introdurvi dentro le loro acque piovane, che per l'alveo de' medeſimi ſcorrono verſo il loro termine. Si dà però il caſo, che alcune campagne non abbiano biſogno di pubblico ſcolo per eſſere mantenute aſciutte; e queſte ſono quelle, le quali ſono contigue alle ripe de' fiumi, che corrono incaſſati, dentro de' quali, per foſſi particolari, introducono l' acque loro; ma queſti non meritano veruna conſiderazione, come che ſono piccioli, e perchè la natura medeſima inſegna di maneggiarli.

E' il pendio delle pianure ordinariamente così poco, e la ſuperficie delle medeſime così diſuguale, che *non ſarebbe poſſibile, che l'acque delle piogge, ſe non foſſero impetuoſe, ſenza l' uſo de' foſſi, poteſſero ſcorrere per eſſe dall' alto al baſſo, e laſciare le campagne in iſtato di perfetta coltura*, particolarmente in tempo di primavera, e di eſtate, quando l' erbe creſciute faceſſero al loro ſcarico notabile impedimento. E' vero, che *tutte l' acque finalmente ſi riducono a' luoghi baſſi*, e laſciano ſcoperti i più alti; ma è altrettanto vero, che per far ciò, è neceſſario lungo ſpazio di tempo, nel quale la terra imbevuta di ſoverchio umore, s' inſteriliſce, e che ſi trovano ſparſi per le pianure luoghi baſſi, e racchiuſi, d' attorno attorno, da' terreni più alti, ne' quali adunandoſi l' acqua, e non potendone uſcire, di neceſſità ſarebbe una palude, come vediamo ſuccedere ne' paeſi negletti dagli uomini. Ciò ha poſti in neceſſità i popoli di ridurre le pianure tutte comunicanti per via di foſſi eſcavati, e d' indirizzare queſti a que' luoghi, dove l' eſperienza ha moſtrato, trovarſi ~~con che~~ conche, o baſſe continuate, e lungo di eſſe ſcavarne canali capaci a ricevere l' acque delle piogge per lo mezzo de' foſſi delle campagne, dal quale artifizio è nata l' eſſiccazione d' intere provincie, rese, e mantenute fertiliſſime dalla continua conſervazione delle primiere eſcavazioni.

Hanno il loro termine queſti condotti, *o ne' fiumi vicini, o nelle paludi, ſtagni ec. o nel mare*. Quelli, che sboccano ne' fiumi, biſogna, che *ſervano*

a campagne, che siano più alte, almeno del fondo di essi, se sono temporanei; o pure del pelo basso de' medesimi, se sono perenni. La foce parimente, che hanno al fiume, può essere, *o libera, o difesa con chiaviche*, possono avere la foce libera, cioè aperta in ogni tempo, gli scoli, *il fondo de' quali è più alto, o almeno non più basso delle piene maggiori del fiume;* altrimenti, se il fiume sarà torbido, rigurgitando per lo condotto, lo interrirà, e gli turerà lo sbocco. Quindi è, che *i soli terreni assai alti possono scolare, a condotto aperto, ne' fiumi;* ma *se questi avranno argini* (segno manifestissimo, che le piene di essi s'elevano sopra il piano delle campagne) *non sarà possibile d' avere lo sbocco sempre aperto allo scolo; ma bensì sarà necessario d' impedire con qualche macchina, che le piene del fiume non s' introducano nel condotto*, e che l' acque piovane, se ve ne sono, restino in esso, o ne' fossi delle campagne, fin dopo la piena; terminata la quale, levando l' impedimento dallo sbocco del condotto, si dà scarico alla di lui acqua nel fiume.

Sono molti gli artifizj adoprati per impedire il rigurgito de' fiumi negli scoli, de' quali non è quì luogo a trattarne; e può vedersi il Barattieri nell' *Architettura dell' Acque parte prima Lib 8 Cap 19.* i più communi però sono le chiaviche predette: si deono bene avvertire in questi casi alcune circostanze, che danno motivo ad altrettante regole. Poichè (1) *se i terreni, che deono scolarsi per un condotto munito di chiavica, sono nello stesso piano orizzontale, non è necessario, che le sponde del condotto siano arginate*, perchè l' acqua in tempo, che la chiavica sta serrata, o non potrà sormontarle in alcuna parte, o sormontandole per troppa abbondanza, dovrà allagare egualmente tutte le campagne, effetto, che non possono impedire gli argini; i quali perciò non porteranno veruna utilità; se questa non sia (in caso che la chiavica si rompesse: accidente assai raro) d' impedire l' inondazione delle campagne, per lo qual fine si richiederebbero altre cautele. (2) Ma *se i terreni saranno declivi verso lo sbocco, come il più delle volte sono, sarà d' uopo, che gli argini del condotto, nella parte della campagna più bassa, siano elevati tanto, che bastino a pareggiare l' altezza della campagna più alta*; altrimenti l' acqua, ch' è tramandata da questa, potrà sormontarli, e fare inondazioni. Quindi è (3) che *i terreni, quali hanno gran declività nella loro superficie, non possono avere lo scolo con chiavica, senza allagare i terreni inferiori, nel tempo della chiusura:* e perciò in tal caso (4) *bisogna separare lo scolo de' torrenti alti* (tanto almeno, quanto la massima piena del fiume) *da quello degli altri, che sono più bassi, e mandare il primo a sboccare a foce aperta, ma munito d' argini tant' alti, che possano sostenere il rigurgito, nel fiume: e provvedere il secondo di chiavica, arginandolo*, quando occorra, nella maniera di sopra accennata. E' vero, che se l' acqua dello scolo aperto non correrà anch' essa, ed in tale abbondanza, che basti ad impedire il rigurgito della torbida, venendo la piena al fiume, l' interrirà; e può darsi il caso, facilissimo a succedere, che l' acqua dello scolo sia in sì poca quantità, che non basti, fatti che siano gl' interrimenti, a rimuoverli; e conseguentemente, che siano necessarie nuove, e replicate escavazioni. In tal caso [5] può aver luogo la chiavica *da chiudersi nel venire della piena del fiume, fin tanto che l' acqua dello scolo siasi alzata al pari di quella della piena, e poi da aprirsi di nuovo, per dar esito alla nuov' acqua dello scolo, che sopravverrà*, poichè così sarà impedito il rigurgito della torbida, e la sopravveniente dello scolo avrà il suo scarico, e s' impediranno le inondazioni (6) *Lo scolo de' terreni più bassi può aver esito col benefizio delle chiaviche, o nel fiume, o nel condotto predetto: ma più facilmente in quello, che in questo:* perchè più s' abbassa l' acqua del fiume, che quella dello scolo, anche a causa degl' interrimenti, che

Vedi la Fig. 53.

ſuccedono nell'alveo del condotto, e non poſſono accadere in quello del fiume, nel quale per conſeguenza ſi averà maggiore la caduta.

Gli ſcoli, che vanno a terminare nelle paludi, ſtagni, e ſimili, ordinariamente hanno lo sbocco aperto; e la ragione ſi è, perchè la differenza fra il maggiore alzamento, e il maggiore abbaſſamento dell'acque delle paludi, per lo più, non è tanta, che meriti, per impedirne il rigurgito, l' applicazione alla fabbrica della chiavica, e la fatica di maneggiarla, tanto più, che i terreni, i quali debbono ſcolarſi in eſſe, ſono più alti del pelo altiſſimo della palude medeſima, comecchè da eſſi deriva la copia dell' acqua, che la rende gonfia; oltre che non ſi dee temere di alcuno interrimento per lo rigurgito dell'acqua, che ſempre è chiara. E' alle volte però così poca la declività dal piano di campagna nelle parti inferiori contigue alla palude, che reſtando per la ſua altezza, la maggior parte dell' anno, aſciutto, ſolo in tempo de' maggiori gonfiamenti ſi bagna per lungo tratto. *In tali circoſtanze torna a conto il difendere con argini circondanti il terreno più alto*, acciocchè, creſcendo l'acqua della palude, non s'inondi, ed in detto tempo trattenere nelle campagne l'acque piovane, che poſcia, nel calare della palude, poſſono ſcaricarſi in eſſa per uno, o più tagli fatti nell' argine medeſimo. Tali ſiti non ſi riducono a coltura perfetta, come di ſua natura paludoſi, ma bensì ſi mantengono ad uſo di paſcoli, o di prati, a' quali giova l'umidità del terreno. Similmente, quando le paludi patiſcono notabile accreſcimento, come quando v' entrano dentro de' fiumi, o ſono ſoggette a ricevere le acque de' medeſimi per eſpanſione ſopra le ſponde di eſſi, allora poſſono aver luogo le chiaviche agli sbocchi degli ſcoli; ma *prima di riſolvere di valerſene, biſogna havere riſleſſo alla durata del gonfiamento della palude; all' altezza di eſſo; alla condizione de' terreni; e ſimili;* perchè da tali circoſtanze può eſſa eſſere reſa, o fruttuoſa, o infruttuoſa.

Que' condotti, che hanno eſito immediato nel mare, richiedono anch' eſſi diverſe conſiderazioni, ſecondo la diverſità delle circoſtanze. Poſciachè *il fluſſo, e rifluſſo, ed il gonfiamento delle burraſche, talora rieſcono di danno alle foci degli ſcoli, e talora d'utile*. Ognuno ſa, che il *mare ſi forma da ſe medeſimo gli argini* all' intorno, con monticelli di arena continuati, che da alcuni ſono chiamati *Dune*, e da altri *Albaioni*. L'altezza di queſti difende il terreno interiore dall' inondazioni, che ſeguirebbero in tempo di burraſca, e tal volta, anche in tempo della conſueta marea. Biſogna tagliare queſte dune, per introdurre il condotto nel mare; ma nello ſteſſo tempo biſogna armarlo di forti argini, acciò introducendoſi, per lo taglio delle dune, l' acqua del mare burraſcoſo, non s' allarghi per le campagne a ſommergerle, come qualche volta è ſucceduto ne' paeſi baſſi, per ſempre. Quindi per non metterſi a tal' azzardo *ſi ſuole provvedere con forti chiaviche*, che ſerrandoſi, quando il mare è alto, lo obbligano a contenerſi ne' ſoliti limiti, ed aprendoſi in mar baſſo, danno ſcolo alle acque trattenute nel tempo della chiuſura. *In alcuni ſcoli* però, che, o per la lunghezza del viaggio, o per altra cagione ſono abbondanti d' acqua in ogni tempo, ed equivagliono a piccioli fiumi, *può darſi il caſo, che le chiaviche non ſiano neceſſarie*, baſtando l' influſſo perenne di acqua abbondante, a riſpingere quella del mare; ſiccome non occorrono in que' ſiti, ne' quali la campagna, ſcoſtandoſi dal lido, ſi alza ſempre conſiderabilmente. *L'oſſervazione dell' alzamento, che fa il mare tempeſtoſo, paragonato al livello del piano della campagna, farà ben conoſcere, quali ſiano gli ſcoli, che richiedono chiaviche, e quali no*; e di qual ſorte d' argini debbano eſſere provveduti. Vi ſono degli *ſcoli di campagne*, i quali *hanno le ſue foci al mare così ampie, e profonde*, che formano piccioli porti, e

danno ricovero a qualche nave di mediocre grandezza: tal effetto può nascere, o dal fondo naturale del mare in quel sito; o dall'abbondanza dell' acqua dello scolo; o dalla situazione del lido; o dalla direzione dello shocco, non soggetta a que' venti impetuosi, che spingono nelle tempeste l'arena alla spiaggia; o dal flusso, e riflusso copioso del mare; o da qualche altro principio, che rimuova le cause degl' interrimenti, e promuova quella dell'escavazioni, difficile ad immaginarsi senza l' osservazione oculare, e particolare del luogo. All'incontro *ve ne sono degli altri, lo sbocco de' quali*, per così dire, *ad ogni soffio di vento contrario si serra*; e questi fa di mestieri, o *divertirli ad altra parte;* o pure ristringendo l'acqua con palificare, *fare, ch' essa entri nel mare velocemente*, di modo che vaglia a corrodere l'arena deposta, e ad impedire nuove deposizioni.

Nell' uso degli scoli non basta avere una buona foce; ma di più v' *è necessario, che le campagne possano tramandarvi dentro l acqua delle piogge, e che l alveo degli scoli medesimi non le spanda lateralmente;* però bisogna riflettere, che essendo, per lo più, l'acqua di tali fiumicelli assai scarsa, in paragone di quella degli altri fiumi, se la medesima fosse torbida, acquisterebbe una considerabile caduta prima di stabilirsi l'alveo, la quale farebbe, che nelle pianure di poco pendio, il fondo si elevasse notabilmente sopra il piano di terra, e si rendesse incapace a ricevere l'acqua delle campagne: quindi è, che *da tal sorte d' acque non occorre aspettare veruna escavazione; ma* piuttosto *è necessario con opera manuale formare loro l' alveo*, e preparare la strada, che deono tenere per portarsi al loro esito.

Quì è d'avvertire, che *l' escavazione de' condotti dee essere fatta così profonda, che possa ricevere l' acqua in grande abbondanza, e non lasci elevare il di lei pelo sopra il piano delle campagne;* e se è possibile, nè meno sopra il fondo de' fossi, che dentro vi scorrono. Oltre questi termini, è superflua ogni escavazione; perchè allo scolo de' terreni *basta, che i fossi privati restino asciutti dopo le piogge*. Tale beneficio però in luoghi bassi, molte volte, non si può ottenere con tutta l' escavazione possibile; attesochè, disposto che sia il fondo del condotto alla situazione orizzontale, più bassa del livello del recipiente, quanto dee essere il fondo della foce del condotto; se sotto di esso si farà maggiore escavazione, a poco altro servirà, che a tirare all' insù maggiore rigurgito, o a fare de' gorghi nel fondo del condotto; oltre che le escavazioni; quanto più sono profonde, addimandano maggior larghezza nella parte superiore di esse, che nel nostro caso sarebbe un consumo di terreno ben grande, senza corrispondente utilità. Egli è ben vero, che *nell' escavazione di questi condotti e meglio abbondare nel molto, che mancare anche in poco;* e la ragione si è, perchè, non ostante, che gli scoli delle campagne non portino che acque chiare; queste non possono però essere mai tanto limpide, che non ammettano qualche mistura di limo, il quale viene portato via dalla superficie de' campi, particolarmente in tempo di piogge impetuose, e se non altro dal dirupamento, e slivamento delle ripe del condotto medesimo; e perciò, godendo l'acqua poca velocità di corso, a causa sì del poco pendio dell' alveo, sì del poco corpo d'acqua, e necessario, che la materia terrea deponendosi, alzi il fondo del condotto; e per conseguenza si elevi il pelo dell' acqua, sul quale non potranno più avere esito felice le acque delle campagne; perciò *quanto maggiore sarà l' escavazione, tanto più starà il fondo del condotto a d arrivare a quel segno d' interrimento, che può rendersi nocivo*. Ma per lo contrario essendo difettosa la primiera escavazione, immediatamente, e sempre più, si sentiranno le conseguenze del difetto, che anderà accrescendosi; e sarà necessario

di

pensare ad una nuova escavazione. Quindi è, che gli scoli non potendo da se mantenersi scavati, e necessariamente dovendo interrirsi, per le cause sopraddette inevitabili [oltre altre molte, che o l'ignoranza, o la malizia, permette, e frappone] hanno bisogno le fosse di scolo di temporanei, e replicati scavamenti, che alle occasioni deono intraprendersi con buone regole.

I Verte la prima circa lo sbocco, *il fondo del quale, quanto più s' abbasserà sotto il pelo dell' acqua, in cui dee avere esito il condotto, tanto più sarà felice lo scolo*; il che però si dee intendere ne' casi, ne' quali la situazione della campagna addimandi, che si procuri tutta la possibile felicità di scolo. Per altro, *quando i terreni sono alti, basta provvederli abbondantemente di scolo, e tralasciare quel più, che si potrebbe avere*, sì per non intraprendere spese inutili, sì per impedire i mali effetti dell' escavazioni troppo profonde. *L' abbassamento perciò dello sbocco mai non si dee fare sotto il fondo del fiume, palude, o altro vaso, dentro il quale egli s' apre*, perchè ciò sarebbe un getto inutile, e di fatica, e di spesa *nè meno si dee sempre abbassare lo sbocco fino al fondo predetto*, se la necessità non lo richiede Ma occorrendo di farlo, come molte volte succede *a quelli, che entrano nelle paludi;* perchè la maggior profondità di queste non si trova, che rare volte, nella circonferenza, ma per lo più al dentro di esse; *si dee prolungare l' escavazione, fino al luogo più profondo;* e s' è possibile, aperto, e libero dagl' impedimenti, che portano allo scarico delle acque, l' erbe nascenti ne' luoghi paludosi.

II La seconda regola è, che *l' escavazioni, che si fanno dentro le paludi per gli scoli, non deono essere secondate da argini*, se per altro motivo non sono necessarj; ma se pure la terra dell' escavazione dee fare qualche alzamento alle sponde, *si dee con tagli, dare comunicazione all' acqua della palude con quella dello scolo;* e la ragione di ciò è, perchè *quanto più presto l' acque correnti trovano il pelo d' acqua, sul quale debbono spianarsi, tanto più restano basse di superficie nelle parti superiori*.

III Situato lo sbocco, e profondato quanto basta, si ha da determinare il fondo dell' escavazione, che ha da essere regolato dalla superficie de' terreni, che dentro vi deono scolare, avendo riguardo a' più bassi; e perciò talora nelle parti inferiori può essere necessaria l' escavazione fino all' orizzontale del fondo dello sbocco, e tal volta può avere qualche declività maggiore, o minore secondo la diversità de' casi; perciò non è necessario, che il fondo de' condotti stia disteso, secondo tutta la sua lunghezza, sul tipo d' una sola cadente; ma può averne diverse, secondo la differente positura della superficie delle campagne; ond' è, che questa, prima di determinare cosa alcuna, dovrà bene esaminarsi colla livellazione; nel fare la quale (per isfuggire gli errori, che inevitabilmente si commettono nell' uso degli altri livelli, quantunque provveduti di cannocchiali ec.) consiglierei sempre, a valersi dell' acqua de' condotti medesimi, resa stagnante con argini trasversali; e di quella de' fossi delle campagne, per esaminare la situazione di esse.

Quì mi si presenta l' occasione di manifestare un *errore* assai *commune*, ch' è *di congietturare la felicità d' uno scolo dalla velocità, colla quale si vede correre l' acqua di esso*. Non v' ha dubbio, per quello, che tante volte si è detto, che la velocità dell' acqua non dipenda, o dal declivio dell' alveo, o dall' altezza viva della medesima; ogni volta adunque che l' acqua si vedrà correre con gran velocità, bisognerà dire, o che l' alveo sia molto declive, o che l' altezza del corpo d' acqua sia grande: e ciò (sia nell' una, o nell' altra maniera) porta pregiudizio allo scolo; poichè, se si parla della decli-

cli-

clività dell'alveo, certo è, che quando l'alveo è più declive, il di lui fondo progredendo dal basso all'alto, si va più elevando; e per conseguenza va avvicinandosi al piano delle campagne, più che non sarebbe, quando il medesimo alveo avesse minore declività; il che vuol dire, che *la gran caduta dello scolo ne leva altrettanta a' fossi particolari*, che è quella, che principalmente dee desiderarsi. Rispetto poi all'altezza viva dell'acqua dello scolo, ognuno sa, che *quanto è maggiore l'altezza dell'acqua, tanto più difficilmente v'entra dentro quella de' fossi laterali*; e perciò per l'uno, e per l'altro capo, *la velocità dell'acqua del condotto non arguisce bontà in esso; ma piuttosto interrimento del di lui fondo*. Ed in fatti l'acque degli scoli interriti, nel sormontare, che fanno, i dossi dell'interrimento, acquistano velocità maggiore, precipitando, per così dire, da essi; e da ciò principalmente si deduce l'esistenza del dosso medesimo. *Perchè uno scolo goda di tutta la felicità possibile, conviene, che il di lui pelo d'acqua sia sempre orizzontale a quello del recipiente*; e ciò è incomparabile colla caduta del fondo dell'alveo, e colla grande altezza viva dell'acqua, che corre per esso: bensì *concorre a rendere il pelo medesimo, se non affatto orizzontale, almeno insensibilmente differente da esso, il togliere tutta la caduta al fondo del condotto, ed il darli tale latitudine, che per la soprabbondanza di essa, renda l'acqua, quasi stagnante*, ed abbassata, quasi sul pelo del recipiente: circostanza, che toglie a questa quel grado di velocità, che per altro avrebbe, ristretto che fosse l'alveo. Piuttosto adunque, *dal vedere l'acqua d'uno scolo, seguitamente fino al suo termine con poco moto, si può arguire, ch'esso faccia il suo ufficio con felicità*, che dall'osservare in esso le acque assai veloci.

Io non voglio perciò negare, che la velocità dell'acqua in un condotto, non sia una condizione desiderabile, ed utile per mantenere espurgato il di lui alveo, o almeno per impedire, che l'interrimento non si faccia così sollecitamente; ma tale io l'asserisco solo ne' casi, ne' quali i fossi particolari hanno in esso tutta la caduta, che loro fa di mestieri, e ne avanza al condotto tanta, che basti a smaltire l'acqua con gran velocità; altrimenti, *se la caduta del condotto*, come il più delle volte accade, *leva a' fossi quella, che loro è necessaria, bisogna toglierla al primo, ed aggiungerla a' secondi, resti, o no, veloce il corso dell'acqua del pubblico scolo*. Prescindendo da ciò, *torna sempre a conto di fare, che l'acqua del predetto scolo corra, il più veloce che sia possibile, al suo termine*, acciocchè la velocità influisca in tenere più bassa la di lei superficie. *Ciò si otterrà*, se si allontaneranno tutti gl'impedimenti; siano essi, o erbe nate nel fondo dell'alveo, che in luoghi simili sono solite crescere ben alte, e impedire col loro corpo, ristringendo le sezioni del condotto, ed in altra maniera, la velocità all'acqua; o ponti; o lavorieri da pesche; o ripari; o simili; similmente se lo scolo (quando le altre circostanze lo permettono) si porterà al suo termine per la più breve linea; se si toglieranno, quanto sia possibile, le tortuosità; se lo sbocco de' fossi particolari entrerà a seconda della corrente; e generalmente, *se si terrà lontano tutto ciò, che serve di ritardo al corso dell'acqua*.

IV. *La terra escavata dal condotto* (siasi, o nella primiera construzione di esso, o nelle reiterate escavazioni) *si porti, o si getti al largo, lontano dalla ripa del condotto*, acciocchè le piogge non ve la riportino dentro; e per la stessa ragione *bisognando regolarla in argine, si procuri, che la scarpa di esso verso il condotto, sia poco declive, e tale sia anche quella dell'escavazione*.

V. Rispetto alla *larghezza degli scoli*, è certo, che *quanto sarà maggiore, tanto sarà migliore*; si dee però avvertire di non consumare inutilmente il terreno; particolarmente ne' casi, ne' quali la caduta de' terreni può amet-

mettere minore la larghezza, e collo ſteſſo benefizio. Ma negli *ſcoli, che ſono muniti di chiavica, le foſſe deono eſſere tanto larghe, che poſſano contenere, occorrendo, coll' aiuto de' foſſi delle campagne, tutta, o la maggior parte dell' acqua, che può piovere nel tempo, nel quale* regolarmente *ſuole ſtare ſerrata la chiavica*.

VI. Nell'elezione del luogo, nel quale ſi *ſi deono fabbricare le chiaviche*, ſi dee avere una particolare avvertenza; poichè debbono farſi *in tale diſtanza dal fiume, che la corroſione non poſſa avanzarſi a ſcuotere i di lei fondamenti*, altrimenti ſi ſarà in pericolo di perdere in breve tempo l' uſo di eſſa, e di obbligare gl' intereſſati alla ſpeſa di nuova fabbrica; *non dee però detta diſtanza eſſere ſoverchia;* atteſochè interrendoſi ad ogni piena del fiume recipiente, quando ſia torbido, il canale, che dalla chiavica va al labro del fiume, rendeſi maggiore la ſpeſa dell' eſcavazione, quanto più il detto canale è lungo. In oltre *dee lo sbocco di detto canale ſecondare colla ſua direzione la corrente del fiume*, e non mai terminare in un' alluvione, per la ragione allegata. Quindi è, che biſogna talmente attemperare le coſe, che s' uniſcano inſieme la ſicurezza delle chiaviche, e la minore ſpeſa poſſibile per l' eſcavazione del canale, che ſta avanti di eſſe.

Quanto al maneggiare le medeſime, non vi ha dubbio, che le regole dipendono dalla pratica, e dall' eſperienza degli effetti, sì del fiume, nel quale eſſe sboccano, sì del condotto, il quale da eſſe è terminato. Generalmente però ſi può dare per regola, che *le chiaviche debbano ſtare aperte, ogni volta che l' acqua del condotto è, o ſarebbe, chiuſa che foſſe la chiavica, più alta di quella del fiume, e ſempre ſerrata, quando quella del fiume è più alta di quella del condotto;* perciò può darſi il caſo, che un fiume corra con una piena altiſſima, e, non oſtante, reſtino aperte le porte delle chiaviche; ed all' incontro debbano reſtar chiuſe le medeſime in una piena mezzana; perchè, ſe nel primo caſo il condotto porterà acqua abbondante, potrà la di lei altezza pareggiare, ed anco ſuperare quella della piena; ma nel ſecondo, può eſſere l' acqua dello ſcolo così ſcarſa, che la piena mezzana la ſuperi di molto nell' elevazione della ſuperficie.

Serve anche per regola univerſale la ſeguente, cioè: *Se l' interrimento fatto nel canale eſteriore alla chiavica, ceſſando la piena, reſta più baſſo, che il pelo dell' acqua ritenuta nel condotto interiore;* purchè in tale ſtato ſi poſſano aprire le porte, *baſta dar' eſito all' acqua del condotto;* poichè queſta coopererà ad eſcavare, o totalmente eſcaverà col ſuo corſo l' interrimento di detto canale; tanto più, ch' egli ſuol eſſere facile ad eſſere levato, quando non ſia ancora ſtato aſciugato dal Sole; poichè, in tale ſtato ſuol eſſere, per così dire, di natura mezzana fra l' acqua, e la terra. All' incontro *reſtando l' interrimento più alto del pelo dell' acqua interiore alla chiavica, conviene eſcavare manualmente un picciolo foſſetto, e profondarlo tanto, che, alzata che ſia la porta della chiavica, poſſa correre per eſſo l' acqua trattenuta;* ed attendere, che col benefizio, o del ſolo corſo dell' acqua, o d' aiuto aggiuntovi, ſi levi il reſtante dell' interrimento; avvertendo ſempre, che ciò, che ſi conoſce non potere ottenerſi dalla ſola forza dell' acqua, ſi dee impetrare dalla fatica degli uomini.

VII. Hanno gli ſcoli le loro piene *in tempo di piogge*, e correndo riſtretti fra le ripe, *può eſſere, che il corpo d' acqua di eſſi tanto s' elevi, che poſſa ſormontare le ſponde ne' ſiti inferiori.* In tal caſo *è neceſſaria la difeſa degli argini*, per impedire le inondazioni; ma i medeſimi difficultano l' uſo dello ſcolo a' terreni contigui; quindi fa di meſtieri, che *queſti abbiano uno ſcolo particolare, e in niuna maniera comunicante col primo; o pure*, dovendo eſſi ſcolare

in

in questo, che *si provveda di chiaviche da chiudere in tempo di piena, e da aprirsi dopo, che sarà cessata*. Può anche darsi il caso, che, se il condotto principale entrerà senza chiavica in un fiume, gl'interrimenti fatti da' rigurgiti di questo, non pregiudichino già allo scolo de' terreni superiori; ma bensì a quello de' terreni inferiori, e riesca troppo dispendioso il levarli ad ogni piena, allora, *se vi sarà altro luogo più idoneo, non torna conto di sboccare lo scolo minore nel maggiore*, ma bensì di portarlo ad altro termine più basso; e sebbene, qualche volta, osta l'andamento del medesimo scolo maggiore, il quale interseca la strada, che dovrebbe fare il minore; nulladimeno *si può per via di botte sotterranea, far passare l'acqua sotto il di lui fondo, ed incamminarla a luogo conveniente*, come ordinariamente si pratica ne' casi simili; e quando i terreni sono così bassi di superficie, che richiedono, per lo scolo dell'acque proprie, maggiore bassezza alla foce del condotto.

Già che l'occasione ha portato di avere a far menzione delle botti sotterranee, non sarà fuori di proposito di aggiungere, per compimento di questa materia, qualche considerazione intorno di esse. Non è cosa nuova, che due corsi d'acqua s'intersechino l'un l'altro, senza mischiarsi insieme di sorta veruna, e siccome procedono da diverse parti, così si portino, dopo l'intersecazione, verso parti contrarie. Ciò s'osserva frequentemente ne' canali d'irrigazione, che bagnano quasi tutta la Lombardia; e ne' condotti, pure di scolo, che tengono essiccata gran parte del Ferrarese, del Polesine di Rovigo, e del Padovano. Si pratica ciò col far passare un canale sotto, o sopra di un altro, facendogli un alveo separato, o di muro, o di legname, per lo quale si porti da una ripa all'altra del canale, che si traversa. Se tale fabbrica si fa in maniera, che possa servire di alveo ad un canale, che passi sopra dell'acqua di un altro, il quale scorra per un alveo di terra, ella si chiama *Ponte canale*; perchè, per l'appunto, fa l'ufficio di ponte, ed insieme quello di canale: ma se la medesima fabbrica porterà l'acqua sotto il fondo di un altro fiume, o canale, che pure abbia l'alveo suo formato di terra, allora si chiama *botte sotterranea*.

I Ponti canali sono di due sorte; poichè, o essi sono così elevati sopra il pelo del canale, sopra del quale passano, che il detto pelo nè anche in tempo di piena, arrivi a toccarli; o pure così poco, che o in tempo di piena, o sempre si faccia del ristagno dalla parte superiore. Sopra de' primi cadono poche considerazioni: solo si dee avvertire, che la loro altezza non pregiudichi alla caduta, necessaria alla parte superiore del canale, che dentro vi corre, e che perciò non obblighi a soverchie, e replicate escavazioni. Buona regola perciò sarebbe, *che il loro fondo s'accomodasse alla cadente naturale del fondo di esso canale*; perchè situandolo alla prima più basso, si leverà la caduta alla parte inferiore, e perciò succederanno deposizioni, che obbligheranno a fare nuovo alzamento di sponde o pure a mantenere scavato l'alveo predetto; e facendolo più alto, si faranno interrimenti nella parte superiore, e nella inferiore vi sarà una cateratta, che col corso troppo veloce dell'acqua potrà mettere in pericolo la fabbrica; ben è vero, che in tali casi, ne' quali, per lo più, i canali sono piccioli, le cadute sono altresì difettose, e l'escavazione supplisce ad ogni cattivo effetto. Ma, se si dovesse praticare tale artifizio in fiumi grandi, sarebbe necessaria ogni maggiore avvertenza, e si dovrebbe anche considerare ciò, che potesse succedere, quando per alcuno di quelli accidenti, de' quali non manca l'incertezza delle cose mondane, restasse, o deteriorata, o distrutta la fabbrica del Ponte canale, che mezzi potessero tenersi nella di lui riedificazione, o ristorazione; a qual parte si dovesse nel tempo dell'operazione divertire il

il fiume; onde s'avesse a ricavare il denaro; e se l'enormità della spesa necessaria, per eseguire simili intraprese, avesse in contrapposto quell'utile, ch'ella merita. Quindi è, che *le fabbriche di tal sorta non si vedono in uso, che per acque mediocri, e per lo più, chiare*, circa le quali non sono necessarie tante cautele.

I Ponti canali poi, i quali col loro fondo arrivano a toccare la superficie dell'acque del fiume, che traversano, oltre le predette riflessioni, addimandano la ponderazione degli effetti, che possono succedere nel fiume inferiore, i quali, *quando veramente non succeda ristagno d'acqua, non saranno differenti da quelli, che fa un ponte ordinario*, de' quali abbiamo avuto discorso nel *Cap. VII.* ma quando faccia ristagno, cioè, quando la superficie dell'acqua del fiume inferiore sia obbligata, a causa dell'impedimento incontrato; ad elevarsi nella parte superiore al ponte-canale, più della di lui apertura; allora, secondo la diversa velocità dell'acqua, nasceranno effetti diversi; poichè *in ogni maniera l'acqua impedita vorrà farsi, davanti al ponte, quell'altezza, che può essere sufficiente ad acquistare tanta velocità, da passare tutta per lo vano del ponte medesimo.* E perchè, trovandosi l'acqua molto veloce, per causa de' gradi di celerità acquistati nella discesa, non accresce a se medesima, nuova velocità per poca altezza d'acqua sopraggiunta; può darsi il caso, che questa si faccia tanto grande, che sormonti le ripe, o l'ostacolo del ponte canale; e con ciò, o trovi altra strada al suo corso, o renda inutile, ed anche rovini la fabbrica di esso. *Ordinariamente* però, ciò non accaderà; ma *acquisterà l'acqua tale altezza, che potrà passare per lo vacuo del ponte.* Ben è vero, che accrescendosi con questo mezzo la velocità dell'acqua medesima, *se il fondo del canale inferiore non avrà una soglia stabile, si formerà un gorgo sotto il ponte, che potrà mettere in pericolo i fondamenti di esso*; i quali, perciò, nell'ideare la fabbrica del medesimo, si deono determinare molto profondi, ad oggetto di prevenire il pericolo. E' superfluo il motivare, che *la larghezza di queste fabbriche, non dee essere minore di quella dell'alveo ordinario del canale*, che dee passare per esse, e che *la loro lunghezza non dee estendersi solamente per tutta la larghezza del fiume inferiore, ma molto più*, col fine d'impedire, che l'acqua del canale superiore, o trapelando per li pori della terra, o rodendo, da alcuna parte, le proprie sponde, non si faccia strada, o non si apra una foce nelle sponde dell'inferiore; e perciò *ne' fiumi, le corrosioni de' quali non sono facili da impedire, l'esito de' ponti canali è incerto*, non avendosi sicurezza, che essi debbano sempre andare ad imboccarli.

Simboleggiano co' ponti canali di quest' ultima sorta *le botti sotterranee*; poichè queste *non sono altro, che il vano, che lasciano essi sotto di loro, fortificato con fabbrica di muro, o di legno.* Queste pure sono di due sorti, cioè, o col fondo piano, o col fondo concavo; le prime di nuovo si dividono, perchè, o l'acque passano per la botte liberamente, e senza essere trattenute; o pure con ristagno. *Le botti libere traversano il fiume, o canale superiore per di sotto, senz' alcuna variazione nel corso dell'acqua del canale inferiore; ma* dee avvertirsi, che non possono aver luogo, che in caso di traversare un fiume, il fondo del quale sia molto elevato sopra quello del canale, che passa per esse; ed *è necessario, che la differenza delle cadute, addimandate dall'uno, e dall'altro canale, per condursi al suo termine, sia almeno tanta, quanta dee essere l'altezza della botte, compresa la grossezza del voto di essa; e la caduta sia maggiore nel canale superiore;* altrimenti, parlando di acque, che interriscano gli alvei propri, o la botte muterà natura, o si renderà inutile in breve tempo. *Le botti ristagnanti, poi, producono quegli effetti, che di sopra-*

Vedi la Fig. 55. e 56.

pra *abbiamo detto succedere, quando l' acque, che passano sotto i ponti canali, fanno del ristagno*, ed a questo si dee avere riguardo, nel munire di argini il canale dalla parte di sopra. Finalmente *le botti, che hanno il fondo concavo, sono del genere di quelle, che hanno necessario il ristagno;* e si praticano ne' casi, ne' quali si deono traversare fiumi, o canali più bassi di fondo di quello permetta la cadente del canale, che dee passare per la botte; poichè, *se il canale traversato esigerà caduta minore di quella, che addimanda il canale traversante, bisognerà, che questo, o passi sopra, per un ponte canale; o non potendo* (come quando la differenza di dette cadute è minore del corpo d' acqua, che porta il canale traversato) *passi sotto il di lui fondo, ma per una botte concava*, dentro la quale discendendo l' acqua dalla parte superiore, risalti poi, e torni fuori a forza d' equilibrio nella parte inferiore, dove trovando un alveo proporzionato, s' incammini per esso al suo viaggio. *L' acqua*, che corre per botti di questa sorta, *s' ella è perenne, bisogna, che le mantenga sempre piene;* perchè è necessaria la continuazione dell' acqua, e la resistenza delle sponde, acciò la forza dell' equilibrio possa operare; anzi *le parti interiori tutte della fabbrica patiscono dall acqua medesima, una spinta considerabile, che rendesi maggiore, quanto più grande è la saetta della concavità*, cioè a dire, quanto più la medesima botte resti profonda; quindi è, che nel destinare le grossezze delle volte di essa, bisogna avere riflesso alla forza, alla quale deono resistere; ed abbondare piuttosto, che mancare nella robustezza, e buona construzione del lavoro, attesa la difficoltà, che si può incontrare nell' avere di nuovo a porvi le mani, a cagione, sì del canale, che vi passa sopra, sì di quello, che dentro vi dee scorrere. *Le botti concave non possono servire per acque, che portino sassi, o ghiaie*, perchè queste materie non trovano già difficoltà veruna ad entrare in esse; ma ne incontrano molta all' uscire, che si rende loro difficile, se non impossibile, contrastando al rimontare in alto, la gravità delle medesime. Quindi è, che in tali circostanze riempiendosi, si chiude il passaggio all' acqua, e la botte cessa dal suo ufficio; lo stesso fanno, ma in più lungo spazio di tempo, l' acque, che depongono de' tartari da' lati de' condotti, che le portano; e perciò bisogna esaminare la natura dell' acqua, prima d' intraprendere il lavoro.

Gli effetti sono di dare il passaggio assai buono alle acque da una parte all' altra del fiume, che traversano, quando anche portino materia limosa; perchè questa, restando incorporata all' acqua, seguita con facilità i moti di essa e cessando il corso, può ben deporsi il limo, ma restando bagnato dall' acqua continua, che resta stagnante nel concavo della botte, è facile a sollevarsi di nuovo, e ad uscirne al primo corso d' acqua, che sopravvenga. Maggiore difficoltà s' incontrerà nelle materie arenose, che possono essere di differente peso, e grossezza; delle quali perciò, altre usciranno con facilità, altre con difficoltà; ed altre di niuna maniera, dipendendo ciò dalla proporzione, che ha la forza dell' acqua alla resistenza della materia, che da esse dee essere trasportata. Per determinare la forza dell' acqua, serve molto l' osservazione della differenza del livello de' peli d' acqua, tanto all' entrare, che all' uscire dalla botte; poichè, *se il pelo dell' acqua, che entra, sarà orizzontale con quello dell' acqua, che esce*, [come succede, quando i fondi del canale superiore, ed inferiore sono nella cadente medesima, e l' acqua non riceve impedimento veruno all' entrata] *eguale sarà la forza dell' acqua, da una parte, e dall' altra della botte; ma, se l' acqua avrà il pelo più alto all' entrare, che all' uscire dalla botte, allora maggiore sarà la forza dell' acqua, che esce*. La resistenza poi della materia, che dee essere tra-

trasportata, si varia dalla mole, e gravità de' piccioli rottami di essa; e quando non possa essere sollevata, ed incorporata all'acqua, come succede alle arene più grosse, si varia in più modi la resistenza di queste, secondo la diversa inclinazione del piano, sul quale deono scorrere. Quindi è, che *la diversa concavità della botte contribuisce molto, o a lasciare uscire, o a trattenere le materie pesanti*, essendo certo, che la medesima molecola di arena, potrà essere trasportata da una forza determinata per un piano poco acclive, e non potrà essere spinta un pelo, dalla forza medesima, accrescendosi l'acclività. Tutto ciò fa conoscere, che l'uso delle botti sotterranee, particolarmente di quest'ultima spezie, s'estende poco più oltre, che a piccioli canali, che portino acque chiare, come sono gli scoli delle campagne, e simili; e che i ponti canali a poco altro servono, che a'canali regolati, o a'piccioli fiumicelli temporanei, i quali poco importa, se siano torbidi, o portino materia ghiaiosa, purchè il fondo del ponte-canale sia accomodato alla naturale cadente di essi.

Ritornando alla materia degli scoli, resta da determinare un punto, che suol cagionare molte volte dispareri ben grandi fra quelli, che si credono interessati in pubblico condotto; ed è *Se sia meglio unire tutte l'acque di una regione, o tratto di paese, in una sola fossa di scolo, o pure dividerle, mandandole per diversi condotti al loro termine*. Noi abbiamo detto nel *Cap. IX.* parlando dell'unione di più fiumi insieme, che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che corre per un fiume, tanto maggiormente si profonda il di lui alveo, tanto più s'abbassa la di lui superficie nelle massime piene. Se questa dottrina si potesse applicare agli alvei degli scoli, sarebbe decisa la quistione, a favore dell'unione di tutte le acque in un solo condotto; ma in fatti ella non è applicabile, perchè parlando di fiumi, s'intende, che abbiano gli alvei stabiliti, e non possano elevarsi per deposizione di materia, il che non succede negli *scoli*, che *hanno sempre* dall'escavazione manuale *declività minore di quella, che richiede l'unione delle loro circostanze;* Non mantenendosi, adunque, gli scoli escavati a forza di corso d'acqua, nè meno può l'acqua aggiunta, se non sia quella di un fiume ben grande, accrescer loro il profondamento dell'alveo; e perciò *converrà, che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che scorre per esso, tanto più alto sia il di lei pelo;* e per conseguenza *può darsi il caso, che pregiudichi allo scolo de' fossi particolari*, che *deono avere l'ingresso nell'alveo medesimo*. Si dee dunque avvertire all'alzamento del pelo, che possono fare nel condotto tutte le acque unite; e quando esso resti in istato di non rendersi nocivo a veruno; *quante più acque s'uniscono, tanto è più utile;* perchè, oltre il consumare meno di terreno, e il non intersecare la campagna con tanti condotti, s'uniscono altresì più borse in un solo interesse, cioè alla manutenzione dell'alveo dello scolo, che riesce meno dispendiosa a'particolari. Bisogna adunque, *quando si tratta di aggiungere nuov'acqua ad un condotto di scolo, nè subito rigettare la Proposizione, nè subito approvarla; ma bensì ponderare gl'effetti, che ne possono succedere;* e rinvenutili, mettere in bilancia i vantaggi, ed i pregiudizj, che se ne possono ricevere; e secondo la prevalenza, o degli uni, o degli altri, risolversi, o ad ammettere la Proposizione con equità, o a rigettarla con giustizia, e quando la disposizione della legge obblighi la parte inferiore a ricevere le acque, tutto che nuove, della superiore, anche con pregiudizio, pensare a que'ripieghi, che possono togliere, o almeno sminuire il danno, fra' quali non ha picciola parte la dilatazione dell'alveo del condotto.

Circa l'elezione de'luoghi, per li quali si deono far passare le fosse di sco-

ſcolo, abbiamo detto di ſopra, eſſere eſſi, per lo più indicati dalla natura, col fare da sè la ſtrada allo ſcarico dell' acque; e perciò non è, alle volte, troppo ſano conſiglio, col motivo di abbreviare la linea dello ſcolo, mutargli ſituazione; perchè i terreni più baſſi reſtando in ſito lontano dal condotto, può eſſere, che comincino a patire di ſcolo. E' però certo, che, in parità di circoſtanze, la linea retta è ſempre da preferirſi alla curva; ma ſopra ciò non ſi può dare regola veruna, dipendendo l' elezione del luogo per lo ſcolo, da molte condizioni, che debbono oſſervarſi ſul fatto.

CA-

CAPITOLO XII.

De' canali regolati, e delle regole più principali da oſſervarſi nella direzione di eſſi.

SI pratica appreſſo i popoli più induſtrioſi, di derivare da' fiumi maggiori qualche porzione di acqua, che ſerva a varj uſi degli uomini, cioè, o alle irrigazioni; o alle navigazioni; o a far muovere edificj diretti a diverſe ſorti di lavoro; o a fontane; o ad altro; in tali derivazioni però, ſe non ſono ben maneggiate, s'incontrano frequentemente delle difficoltà, e ne naſcono molti pregiudizj: e queſta è la ragione, per la quale abbiamo creduto di dovere, in queſto Capitolo, ſeparatamente diſcorrerne.

Sono tali acque derivate, dette *Canali regolati;* perchè ne' loro alvei, per lo più, è così regolata l'introduzione dell' acque, che, ad ogni volontà di chi li regola, poſſono eſſe e ſminuirſi, e affatto toglierſi; ſenza di che, equivalerebbero ad un ramo, o braccio di fiume naturale; ed in tal caſo non potrebbero dirſi regolati; ſimbolizzano nulladimeno i canali regolati co' rami de' fiumi, i quali ricevono l'acqua dal loro tronco principale, per ſola regola di natura, ed hanno, ſecondo il più, ed il meno, le proprietà del fiume, dal quale ſi partono; onde è, che per intendere la natura de' canali regolati, è d'uopo di ben intendere, prima, quella de' rami de' fiumi.

Si dee adunque oſſervare, *che ad effetto, che queſti ſi mantengano, ſi richiede eguale caduta nell' uno, e nell' altro di eſſi; egualmente ſpedita l' introduzione dell' acqua nell' imboccatura de' medeſimi; eguali le reſiſtenze nelle ripe, e particolarmente nel fondo degli alvei; ed in fine, eguali tutte le circoſtanze, che poſſono, o accreſcere, o conſervare, o ritardare la velocità dell' acqua, che ſcorre per eſſi;* dall' egualità delle quali coſe ſi forma un eſatto equilibrio, al quale ſuccede una perpetua conſervazione de' rami, ne' quali ſi divide il tronco primario di un fiume. Può però darſi il caſo, che ſi abbia l' equilibrio delle circoſtanze; e per conſeguenza, che ſi mantenga il corſo del fiume per li ſuoi rami, ſenza che le medeſime ſiano eguali ad una ad una; purchè il difetto della prima ſia compenſato coll' eccеſſo della ſeconda: eſſendo certo appreſſo i geometri, che dalle proporzioni reciproce ſi compone la proporzione di egualità.

Poſſono anche conſervarſi i rami d'un fiume, preſſo a poco, nello ſtato medeſimo, per cagione di un continuo ſconcerto del ſopraccennato equilibrio, purchè la prevalenza delle condizioni ſi permuti a favore, ora dell' accreſcimento, ora del decreſcimento del ramo medeſimo; poichè *allora le coſe ſi mantengono, a un dipreſſo, nell' iſteſſo ſtato, quando continuamente, e per brevi intervalli di tempo, creſcono, e calano, librandoſi, per così dire, attorno il termine di mezzo, che è quello, che ſta tra il maſſimo accreſcerſi, ed il maſſimo di-*

minuirsi. Ciò ne' fiumi il più delle volte, *succede per la diversa direzione dell' imboccatura*, la quale, secondo ch'è più favorevole ad un ramo, che all' altro, fa entrare maggior corpo d'acqua nel primo, che nel secondo, il che contribuisce alla di lui escavazione, e dilatazione; ma cambiandosi, come molte volte avviene, la direzione del filone, e voltandosi all' altra parte, ne segue, che il ramo, il quale pareva, tendesse all' essere abbandonato dal fiume, di nuovo lo riceva abbondantemente; e l'altro, che correva gonfio, ritorni alla sua primiera debolezza. Per altro, quando in un ramo vi sono impedimenti stabili, e nell'altro perpetua facilità di corso: in una parola, quando un ramo gode continuamente delle condizioni più vantaggiose al di lui corso, alla di lui dilatazione, ed escavazione, nè mai si viene all'equilibrio; colle condizioni dell'altro, è necessario, che il medesimo assorbisca, col tempo, tutta l'acqua del fiume, e che l'altro ramo sia interamente abbandonato, particolarmente in caso di acque torbide, le quali, illanguidendosi il moto, interriscono il proprio letto. Ho detto *particolarmente in caso di acque torbide;* perchè, essendo le acque portate dal fiume in ogni tempo chiare, possono, per molti altri capi, mantenersi nel medesimo diversi rami, i quali tutti portino acqua in diversa proporzione, senza considerabile alterazione, da un tempo all'altro, come succede ne' canali d'irrigazione, e simili.

Quando dunque si vuole derivare l'acque da qualche fiume, *è necessario*, per prima regola, *di superare in qualche maniera la forza*, *colla quale esso corre per l'alveo proprio*, acciochè possa prendere strada diversa, il che ne' fiumi incassati difficilmente, negli arginati facilmente si consequisce; posciachè in questi il continuo sforzo, che fa contro le sponde l'altezza dell' acqua, serve per principio efficiente a farle prendere altra direzione; e basta tagliar l'argine, perchè l'acqua n'esca, e s'introduca, dove si vuole, come abbiamo detto, parlando delle rotte de' fiumi. Quindi è, che se avanti l'incisione dell'argine sarà stato preparato un canale proporzionato, che abbia sufficiente caduta al suo termine, l'acqua uscita dal fiume comincierà a correre per esso, e vi si manterrà, incontrandovi il predetto equilibrio di circostanze; e perdendosi, converrà ricuperarlo coll' arte. *Non è* però *sicuro il fare la sola incisione dell' argine*, attesa la facilità, colla quale gli argini sono corrosi dal corso dell'acqua, particolarmente in que' luoghi, dove il fiume si divide in più rami, e perciò *egli è necessario fortificare le parti laterali dell' incile con fabbrica di muro, e di construzione simile a quella, che si pratica nelle chiaviche*, che servono agli scoli, alla quale applicandosi delle porte, o cateratte di legno, potranno queste servire per regolare l'introduzione dell'acqua, che si riceve, a misura del bisogno, e sforzare la soprabbondante a correre per l'alveo del fiume.

In caso, si desideri l'acqua in tempo, ch'ella è bassa, è necessario, che *le soglie di queste chiaviche restino inferiori al pelo basso del fiume;* ma volendosi solo in tempo di piena, si deono fare più alte. *E quando le medesime chiaviche*, o tagli d'argine, *avessero a servire per diversivi*, diretti al fine di dare sfogo, o respiro all'acque del fiume, *bisogna porre le soglie a quell' altezza, che si può credere necessaria all' intento desiderato*. In proposito però di questi *diversivi*, è da riflettersi quì al *poco utile*, che *apportano*, come avvisa il Castelli *al Corollario* 13. e come può dedursi da ciò, che noi abbiamo detto di sopra al *Cap.* 9 attesa, sì la poca acqua, che scaricano in proporzione di tutta quella del fiume; sì la poca altezza, che levano da quella, che senza di essi farebbesi nell'alveo del fiume medesimo; sì l' interrimento degli alvei, che succede al di sotto de' diversivi; sì il pericolo, a cui sog-

ſoggettano le campagne contigue all'alveo, per lo quale debbono ſcorrere l'acque divertite; sì finalmente la perdita del terreno, che viene occupato dal medeſimo. Perciò, a titolo di dare ſcarico all' acqua d' un fiume, di rado accaderà, particolarmente nelle pianure, che i benefizj d' uno di queſti diverſivi meritino la ſpeſa di fabbricarlo. Ma, ſe la diverſione ſarà fatta, anche per altri fini, come per rendere facile il commercio delle parti d'una provincia, mediante la navigazione, o per altri uſi egualmente profittevoli; potranno ſimili diramazioni eſſere utilmente praticate, come ſi vede nel Poleſine di Rovigo, ove la moltiplicazione de' canali, derivati dall' Adige dalla Sereniſſima Republica di Venezia, rende non mediocre vantaggio a que' popoli.

Da' fiumi incaſſati è ben *più difficile fare delle diverſioni*, particolarmente, quando le ſponde ſono alte, e ſuperiori al biſogno del fiume, e che il termine, al quale ſi vuole condurre l'acqua, è più alto del pelo del fiume medeſimo. In tal caſo *è neceſſario cercare nelle parti ſuperiori del fiume, un ſito tant'alto, che da eſſo poſſa l' acqua ſcorre al ſito deſtinato;* molte volte è neceſſario *traverſare tutto l' alveo con qualche fabbrica* di muro, o di legname, (che volgarmente ſi chiama chiuſa, o peſcaia; e da altri, a riguardo della caduta d'acqua, che vi ſuccede, ſi dice ancora cateratta) *affine di elevare il pelo dell' acqua, tanto che poſſa entrare nel canale preparato per la di lei condotta*. Si vedono ſimili machine, fatte per diramare canali ad uſo delle Città ec. quaſi in tutti i fiumi, a riſerva de' reali (dentro l'alveo de' quali è difficile, ſe non affatto impoſſibile, il fabbricarle) e fanno degli effetti, che meritano una particolare conſiderazione.

I. Primieramente, edificata che ſia una di queſt e cateratte, negando ella il paſſaggio alla acqua del fiume, è d' uopo, che queſta ſi elevi, e riempia tutto il tratto dell' alveo ſuperiore, che ſta ſotto il livello della ſoglia, o ſommità di detta cateratta, formando con ciò uno ſtagno d'acqua, a modo di un laghetto, la cavità del quale, in breve tempo, ſarà riempiuta di materia portata dal fiume, cioè di ſaſſi, arena, terra, e ſimili; e con ciò *alzandoſi il letto del fiume, ſino all' altezza della chiuſa, darà* altresì *occaſione ad un ſimile, e proporzionato alzamento nelle parti ſuperiori dell' alveo medeſimo*.

II. *Nelle parti inferiori di detto alveo, non ſi altera*, perciò, *la ſituazione del fondo*, quando eſſo altramente ſia ſtabilito, e non ſi dia luogo ad alcuna di quelle cauſe, che ſono proprie per fare elevare il fondo de' fiumi, come ſarebbe la conſtruzione di qualche altra chiuſa più al baſſo; il prolungamento della linea dell' alveo ec. E ciò è aſſolutamente vero, quando *la chiuſa* non ſerva, a cavare acqua dal fiume; ma *ſe* la medeſima *ſarà deſtinata a queſt' effetti, ſarà altresì neceſſario, che*, ogni volta che l' acqua derivata abbia alla rimanente una ſenſibile, e conſiderabile proporzione, *il fondo del fiume inferiore alla chiuſa ſi elevi;* poſciachè, non alzandoſi più in tal ſito le piene alla miſura di prima, richiederanno queſte maggiore declività di fondo per non deporre la torbida ec. e non avendola dovrà elevarſi l' alveo, ſino ad acquiſtarla; per altro, *eſſendo inſenſibile la proporzione dell' acque predette* (come per lo più ſuccede, e come ſi è detto dovere ſuccedere, parlando de' diverſivi) *inſenſibile* parimente *ſarà l' effetto dell' alzamento del fondo al di ſotto della chiuſa*, nel qual ſito, a cagione della caduta del acqua, ſi farà immediatamente un gorgo, e poſcia un doſſo composto della materia più peſante, che porti il fiume in quel ſito, dopo del quale ſi diſporrà il fondo a quella cadente, ch' è dovuta alle cauſe, e circoſtanze del fiume. Queſta oſſervazione faciliſſima da farſi ne' ſiti delle cateratte, fa aſſai ben conoſcere, che *lo ſtabilimento de' fondi degli alvei non ha alcuna correlazione*

al principio del fiume; ma bensì in gran parte, *allo sbocco del medesimo*.

III. *Se il fiume, prima della construzione della chiusa, porterà ghiaia,* per qualche tratto di sotto al sito di essa, *non lascierà di portarla, dopo che la chiusa medesima sarà edificata, fino al termine di prima:* posciachè, ristabilito il fondo nella parte superiore alla chiusa, tornerà col tempo alla primiera declività, e il fiume ripiglierà il suo antico genio di portare materia simile a quella di prima, e non essendo sensibilmente alterato il fondo inferiore, questo ne permetterà l'avanzamento fino al luogo, per altro destinato dalla natura. S'ingannano perciò quegli, che pretendono, colla construzione delle chiuse, di trattenere le ghiaie, ed i sassi dentro i valloni delle montagne, e negli alvei de' torrenti, e con ciò d'impedire l'alzamento de' fondi de' fiumi, dentro de' quali hanno sfogo i torrenti medesimi; poichè, sebbene con tal arte si fosse per ottenere qualche parte del fine, che si pretende, non se ne potrebbe per tanto sperare, quanto bisogna; attesochè non si tratterrebbe fra le montagne altra ghiaia, se non quella, che potesse capire nel vano delle chiuse; o che potesse derivare dalle falde de' monti, le quali restassero sepolte dentro gl'interrimenti, come più basse della nuova cadente di fondo, acquistata dal torrente dopo la construzione della chiusa.

IV. Non ostante, che *nell'edificazione della chiusa s'abbia l'avvertenza di non fare la di lei sommità, o soglia superiore a livello; ma più bassa verso la bocca del canale, che ha da ricevere l'acqua* (e ciò affine di mantenere il corso della medesima da questa parte, e di tenere il fondo del fiume più basso della sommità della chiusa) è però così incostante il corso de' fiumi, che corrono in ghiaia, che alle volte, volgendosi questi dalla parte opposta, formano dossi in faccia all'imboccatura del canale, e vanno a sormontare la chiusa nelle parti lontane, tutto che più alte; nel qual caso *elevandosi il fondo del fiume ad altezza eguale a quella del piano superiore della chiusa, non serve più ella a spingere l'acqua nel canale*. A questo effetto può ancora concorrere l'interrimento del canale medesimo, che il più delle volte non avendo caduta sufficiente a portar ghiaia, procura colle deposizioni di farsela; e con ciò concorre all'otturamento del proprio incile, ed al rivoltarsi dell'acqua del fiume ad altra parte.

Quest'apparenza ha fatto credere ad alcuni, che l'alzamento del fondo de' fiumi si faccia continuamente maggiore, e senz' alcun termine limitato dalla natura; e che perciò sia necessario d'alzar di tempo in tempo le chiuse, perchè facciano il loro ufficio di spingere l'acqua ne' canali laterali. Ma se si avverte, che la natura della chiusa non è, che di fare sollevare il fondo del fiume fino al pari del suo piano (come farassi manifesto, dovere succedere, se c'immagineremo una chiusa di un fiume, senz alcun canale, per lo quale debba essere derivata l'acqua da esso) e che lasciandola in questo stato, non potrebbe farsi alzamento di fondo più grande; chiaramente si conosce, che la diversione dell'acqua dal canale, non si fa per alzamento del fondo del fiume, ma bensì per lo di lui sregolato corso, che si forma la sponda verso l'imboccatura del canale medesimo; e per l'interrimento del fondo di questo, perciò è manifesto, che *la soglia dell'incile dee essere sempre più bassa del piano della chiusa*, almeno quanto richiede il corpo d'acqua, che si vuole nel canale; e che mantenendosi la comunicazione di questa soglia coll'acqua del fiume, e senza interrimenti sopra di essa, tanto nell'alveo del canale, quanto in quello del fiume, non può di meno, che l'acqua non v'entri. Quindi è, che *in luogo di elevare il piano della chiusa*, come alle volte è stato praticato, *basta procurare*, che il fiu-

fiume si rivolga col corso alla parte dell' imboccatura del canale; e che questo resti sempre aperto, o a forza di corso d'acqua, quando il canale abbia tanta caduta, e forza, che basti; o mancandogli l'una, e l'altra, con escavazioni manufatte; o pure coll'uso de' paraporti, de' quali quì brevemente descriveremo e l'uso, e l'artifizio.

Sono questi *paraporti* fatti a modo di forti chiaviche, fabbricate nella sponda del canale, che risguarda la parte del fiume, le soglie delle quali sono considerabilmente più basse del fondo del canale medesimo, e sono provvedute di buone porte, o cateratte di legno, che s'alzano, e s'abbassano, secondo l'opportunità, o di dare sfogo all'acqua del canale, o di mantenerla dentro di esso. E' solito, che s'aprano queste porte in tempo d'acqua abbondante, ad effetto di scaricare, o l'acqua tutta, entrata nel canale; o pure la sola soprabbondante, portandola nuovamente dentro il fiume nella parte di sotto alla chiusa. *La velocità, che acquista l'acqua nel cadere dalla soglia del paraporto,* la quale ordinariamente ha la caduta poco minore di quella della chiusa, *è quella, che* in tal caso, *scava* in poco tempo *il fondo del canale;* e se il paraporto non sia troppo lontano, espurga la soglia dell'incile, quando sopra di essa si siano fatte delle deposizioni; e molte volte prolunga l'escavazioni all'insù dentro l'alveo del fiume superiore alla chiusa, formandosi dentro di questo un canale, che nelle piene indirizza il filone verso l'incile. *Coll' artifizio di più fabbriche* di tal natura, disposte ordinatamente, l'una dopo l'altra, come si vede in tutto quel tratto del nostro canal di Reno, ove riceve ghiaia dal fiume, *si mantiene il di lui fondo sufficientemente scavato*, e quando si ha la dovuta attenzione di far correre i paraporti a tempo, *si mantiene il corso del fiume sempre vicino alla bocca del canale, ed il di lui fondo sempre più basso della sommità della chiusa;* e perciò non è stato necessario finora alzarla, nella maniera, che hanno fatto quelli, che privi di questo aiuto, non hanno avuto ricorso all'escavazione manufatta.

Vedi la Fig. 57.

Di simile artifizio non hanno tanto bisogno le chiuse fatte ne' siti, ne' quali il fiume non porta ghiaia; perchè la sola apertura del canale, quando questo sia provveduto di sufficiente caduta, è valevole, per lo più, a mantenere il fondo arenoso, scavato sulla soglia dell'imboccatura; ed in ogni caso è facile da farsi, quando sia necessaria, l'escavazione. *In caso* però *di difetto di caduta, servirebbe* infinitamente, *per mantenere profondo il canale, l'uso de'* predetti *paraporti, almeno in vicinanza del di lui incile*, e negli altri luoghi, ne' quali sia possibile il farli; e perciò, in vece de' regolatori, o risoratori, che si tengono avanti gli edifizj, per iscaricare a fior d'acqua la soprabbondante, sarebbe meglio avervi una porta, o cateratta, la quale, alzata che fosse, prendendo l'acqua dal fondo del canale, impedisse, se non altro, gl'interrimenti, coll'aprirla in tempo di escrescenze.

Servono i paraporti predetti, *oltre l'uso di mantenere scavati i canali* regolati, *anche a* quello di *regolare l'acqua, ch' entra ne' medesimi*, acciocchè non vi corra con soverchia altezza di corpo; posciachè alzandoli, più, o meno, in tempo di piena, portano fuori del canale quella copia d'acqua, che si desidera, al qual fine tendono anche i diversivi a fior d'acqua, che tramandano nel fiume la soprabbondante, e trattengono nel canale quella, ch' è necessaria: nella stessa maniera, per regolare l'introduzione dell'acqua, s'applicano alla bocca dell'incile alcune porte, che aprendosi più, o meno, lasciano altresì entrare nel canale, maggiore, o minor corpo d'acqua. Da tutte queste macchine si ha, che i canali regolati, non si gonfino mai eccessivamente: si conservino sempre nel medesimo tenore: e non riescano

 di

di danno veruno a' terreni contigui, per troppo grande abbondanza di acqua.

Di rado s'incontra, che *un canale regolato* abbia tale caduta al suo termine, che non *richieda, di quando in quando, di essere scavato*, acciò colle deposizioni non si alzi il fondo ad un segno pernicioso; posciachè, o dopo divertiti simili canali è di necessità, che rientrino nel fiume medesimo, dal quale prima partirono; o pure possono avere altro termine al loro corso. Quando rientrano nel fiume medesimo, è d'avvertirsi, che *il canale derivato*, come quello, che porta di gran lunga minor corpo d' acqua, che il fiume; per necessità, in pari circostanze, *avrà bisogno di caduta maggiore di quella, che ha il fiume* medesimo; e perciò è necessaria l'osservanza di alcune regole.

I. La prima si è, che *se il fiume, ed il canale, dal punto del loro disunirsi, a quello della riunione, avranno eguale la lunghezza della strada; necessariamente,* avendo bisogno il canale di maggior caduta (se il piano di campagna non sia estremamente alto) *bisognerà, o che il fondo si alzi più del medesimo con danno de' terreni contigui, e si serri con gl' interrimenti* l' incile del canale; *o pure, che si soggetti, chi ne intraprende la derivazione, alla spesa di una continua escavazione. Ciò s' intende, quando la somma della caduta necessaria a tutto il viaggio del canale, sia maggiore di quella, ch' è necessaria al fiume in uguale lunghezza, più di quanto importa la differenza del livello dal fondo dell' incile al fondo del fiume, al di sotto della chiusa.*

Per maggiormente spiegarmi in questo particolare molto essenziale in questa materia; sia il fiume A B C D, dal quale per causa della chiusa A si parta il canale A D, che rientri nel medesimo in D; e suppongasi, che il fiume A B C D richieda un piede di caduta per miglio; e che la lunghezza di esso sia di dieci miglia. Egli è evidente, che la caduta dal fondo del fiume al di sotto della chiusa A, fino a D, sarà piedi dieci. Supponiamo ancora, che la via del canale A D sia parimente di dieci miglia; ma che la caduta necessaria per non deporre la torbida in esso, attesa la poca quantità d'acqua, che porta, sia di piedi due per miglio; adunque la necessaria caduta da A in D sarà di piedi venti, maggiore di quella del fiume piedi dieci; e conseguentemente dovrà il fondo del canale A D, nel suo principio verso A, essere altrettanti piedi più alto di quello del fiume nel sito di sotto alla chiusa A. Se adunque l'altezza di questa sarà tale, che sostenti il fondo del canale a detta altezza, è certissimo, che l' incile di esso potrà mantenersi senza interrimento, col solo sforzo dell' acqua, che vi entra; ma se la differenza in altezza de' predetti due punti, sarà minore di dieci piedi, è altrettanto chiaro, che il fondo del canale, per mantenersi basso al bisogno, ricercherà, di tempo in tempo, dell' escavazione, e sarà necessario, che l' opera degli uomini, in questo caso, supplisca al difetto della natura.

Fig. 58.

Da ciò si deduce, che *quanto più breve sarà il corso del canale avanti di rientrare nel fiume, tanto maggiore sarà il vantaggio della caduta di esso*; poichè, supposto, che la lunghezza del fiume, e del canale tra A, e D, fosse di sole cinque miglia, e che l'altezza della chiusa A fosse atta a fare la differenza de' loro fondi di dieci piedi, sarebbe la caduta del fiume, da A a D, piedi cinque; e quella, che è necessaria al canale, piedi dieci; adunque in A il fondo del canale dovrebbe restare più alto del fondo inferiore alla chiusa, piedi cinque; e potendo l'altezza della chiusa medesima sostenere il fondo di detto canale all' altezza di piedi dieci, resterebbero al canale cinque piedi di caduta più del bisogno, che potrebbero impiegarsi util-

utilmente, nel progresso di esso, per una caduta d'acqua ad uso di mulini, o d'altro, secondo l'opportunità. Quindi è, che *i canali, i quali usciti dal fiume a forza di chiuse, dopo breve corso vi ritornano dentro, non mai sono difettosi di caduta.* Al contrario, se le lunghezze A D del canale, ed A B C D del fiume fossero di miglia venti; ritenendo l'altre misure supposte di sopra, sarebbe la caduta del fiume piedi venti; e quella, ch' è necessaria al canale, piedi quaranta; e perciò il fondo, nel principio del canale A D, dovrebbe essere elevato piedi venti sopra quello del fiume; adunque non potendo la chiusa A sostenerlo sopra il fondo medesimo, che piedi dieci, è chiaro, che mancherebbero al canale dieci piedi di caduta; e conseguentemente, per impedire, che il fondo di esso non s'elevasse a tale altezza, sarebbe necessario d'impiegare l'opera degli uomini nell'escavazione, come il più delle volte succede; perchè, avendo bisogno i popoli di valersi di canali simili per lungo tratto, la caduta acquistata col benefizio della chiusa, distribuita nella lunghezza del corso, si perde, e non può supplire all'esigenza, che ha il canale, di caduta maggiore.

II. La seconda regola è, che *se la lunghezza del fiume, a quella del canale, avrà la proporzione reciproca delle cadute necessarie all'uno, ed all'altro, avrà il canale sufficiente caduta per non interrirsi;* anzi glie ne avanzerà tanta, quanta è l'altezza, alla quale può essere sostenuto il fondo del canale sopra il fondo del fiume di sotto alla chiusa. Ciò pure è evidente; perchè, supposto, che A D sia miglia cinque, ed A B C D miglia dieci, sarà la caduta di miglia dieci, a ragione di un piede per miglio, altrettanti piedi; e però eguale a quella di A D in cinque miglia, a piedi due per miglio; e conseguentemente non sarà necessario, che il fondo del canale in A, sia un pelo più alto del fondo del fiume in A; e perciò avrà il medesimo canale tanto di caduta più del bisogno, quanta è l'altezza, alla quale la chiusa può sostenere il fondo di esso.

III. Dalla predetta ne deriva la terza regola: ed è, che *per eleggere il luogo, nel quale si dee restituire al fiume il canale regolato, bisogna riflettere all'uso, al quale dee esso servire,* diversificandosi da ciò considerabilmente il luogo medesimo. Posciachè (1) dovendo servire ad uso di navigazione, e potendosi avere tanto corpo d'acqua, che non sia necessario di sostentarla, bisogna avere notizia della caduta del fiume, si varj, o no, nel progresso di esso; e similmente di quella, che può essere necessaria al canale da farsi, e (quando non si varj la caduta del fiume) aggiungendo alla prima l'altezza, che può nascere dalla chiusa, bisogna trovare un sito nel fiume, nel quale la caduta del fondo del canale di sopra alla chiusa, fino al fondo D, sia a quella, ch'è necessaria al canale, come la lunghezza A D è alla lunghezza A B C D: o pure per trovare l'altezza della chiusa A, basta fare, che, come la lunghezza A B C D sta alla lunghezza A D, così stia la caduta necessaria al canale A D, ad un'altra caduta, la quale se sarà maggiore di quella del fiume da A in B; basta regolare l'altezza della chiusa secondo l'eccesso, che si troverà; facendola tanto più alta di detta differenza, quanto è il corpo d'acqua, che si vuole nel canale. (2) Lo stesso metodo si dee adoperare, quando il canale debba servire ad uso di mulini, o altre macchine idrauliche, con questa sola differenza, che in conto della caduta necessaria al canale, per non deporre la torbida, si dee porre anche quella, ch'è necessaria per gli edifizj, o macchine predette: e nel resto servirsi della regola indicata di sopra. (3) Ma quando il canale sia destinato all'irrigazioni, si dee riflettere, che la di lui necessaria caduta non sarà uniforme in tutte le parti dell'alveo; ma bensì maggiore nelle parti infe-

feriori, a cagione delle moltiplicate diramazioni d'acqua, ch' escono per le chiaviche, che si trovano alle sponde del medesimo; e minore nelle superiori, come quelle, che portano maggior corpo d' acqua; e perciò, in tal caso, di tanto dee accrescersi la caduta del canale, quanto si può credere, essere bisogno in tali condizioni.

Quale sia la caduta necessaria ad un canale regolato, è difficile da determinarsi, a riguardo delle molte circostanze, dalle quali dipende simigliante determinazione. Pure, *per non errare notabilmente, può l' architetto regolarsi coll' esempio d' altri canali, simili a quello, che si vuol fare*, de' quali sia nota la caduta, e proporzionarla al medesimo; e se non si trovasse canale affatto simile, può prendersi norma da altri, o maggiori, o minori, sminuendo, o accrescendo la caduta colle dovute ponderazioni; e quando si prendesse errore di qualche oncia di caduta per miglio, o di più, o di meno, *se l' errore influisca in alzamento di fondo, si può tollerare*; perchè ordinariamente sono tanti, e tali i benefizj, che si ricavano da' canali regolati, che possono ben soggiacere a qualche aggravio di annua spesa, per l' escavazione degl' interrimenti, che vi si facessero: ma *se l' errore* preso nella stima della caduta, *influisse in maggior profondamento d' alveo, è facile il rimedio, o col sostentare il fondo di esso con una chiusa*, che può utilmente servire a qualche edifizio; o con un sostegno all' imboccatura, o in altro luogo; *o pure con prolungare il canale* quel di più, che porterà il bisogno. *Quando poi le acque, che deono correre per lo canale, fossero chiare, allora ogni difetto di caduta è tollerabile;* perchè, attesa la lunghezza del tempo, nel quale succedono interrimenti nocivi, ogni picciola annua spesa basta, per mantenerlo scavato a sufficienza.

IV. Essendo il sito del fiume, nel quale è fabbricata la chiusa, ghiaioso, necessariamente dovrà la ghiaia prolungarsi anco al di sotto della chiusa medesima, più, o meno, secondo le circostanze; e similmente dovrà entrare nel canale, dentro il quale richiederà cadute esorbitanti; perciò la quarta regola è, che *in tal caso è necessario l' uso de' paraporti di sopra descritti*, col benefizio de' quali si faccia rientrare nel fiume, dentro il minore spazio possibile, la ghiaia entrata nel canale, come succede nel nostro canale di Reno, dentro il quale non si protrae la ghiaia, che mezzo miglio, o poco più: benchè nell' alveo del fiume s' estenda al presente cinque miglia, e s' estendesse, per lo passato, molto più; anzi si sarebbe potuto impedire, che la ghiaia non occupasse tanto sito dentro il canale predetto, se il luogo della situazione de' paraporti fosse stato meglio inteso; e se si facessero operare più frequentemente, e in tempo opportuno, se ne avrebbe maggior vantaggio; di maniera che potrebbe succedere, che dentro di detto (benchè il fondo sia ghiaioso) si conservasse però orizzontale. E perciò, mancando la caduta, è molto utile di fare il canale, per qualche tratto, contiguo, il più che si può, al labro del fiume, e fabbricarvi alle sponde quel numero di paraporti, che può credersi necessario, avvertendo di non farli troppo lontani l' uno dall' altro, acciocchè l' operazione del secondo incominci, dove termina quella del primo; e ciò perchè, non potendosi i predetti paraporti tenere lungo tempo aperti, per non lasciare tanto tempo il canale privo dell' acqua necessaria, bisogna, che in poch' ore, che stiano aperti, si facciano le dovute escavazioni, le quali si fanno sempre più sollecitamente nelle parti più vicine al paraporto, e gradatamente sempre più tardi nelle maggiormente lontane; siccome succedono maggiori, quanto più la soglia del paraporto medesimo è abbassata sotto il fondo ordinario del canale.

V. Serva per quinta regola *l'osservazione da farsi, se il fiume, dalla chiusa sino al sito dello sbocco, che si pensa dare al nuovo canale, conservi sempre la stessa caduta di fondo; o pure la varj per alcuna delle cause, dette a suo luogo;* posciachè variandola, non basta fare la livellazione del fiume per un miglio o due di lunghezza, ma bisogna compirla sino al sito accennato; nel che io consiglierei (come che si tratta di una operazione importante) a non fidarsi de' livelli materiali, i quali, come in altro luogo si è avvertito, tutto che fabbricati con ogni possibile esattezza, e adoperati con ogni immaginabile diligenza, sono soggetti ad errori esorbitanti, come apparirà a chi vorrà farne la prova, col ripetere più volte l' operazione medesima; ma bensì eleggerei di fare le livellazioni con acqua stagnante, il che, in molti luoghi, ed in opportuna stagione, è facile da farsi, valendosi de' fossi destinati allo scolo delle campagne ec.

VI. La sesta regola è: *Che per diminuire la necessità della caduta al canale, torna sempre il conto di mantenerlo ristretto il più, che sia possibile;* perchè maggior corpo d'acqua contribuisce sempre a tenere più basso il fondo dell'alveo; e se non altro, ad impedire, che gl'interrimenti non si facciano così alti; nè con tanta sollecitudine, come per altro farebbero, se il canale avesse maggiore larghezza.

VII. La disposizione del piano di campagna, per lo quale si pretende di far correre il canale, ha molto luogo in questo particolare; perchè si danno de' casi, ne' quali bisogna sostenerlo tutto sopra il piano di terra, con grave pericolo, e sconcerto; e degli altri, ne' quali è d' uopo fare dell' escavazioni esorbitanti, e perciò bisogna regolare il tutto con un esatta livellazione de' siti, per li quali si pensa di condurre il canale. Generalmente però (e sarà la settima regola) *bisogna portare i canali regolati al lungo dell' inclinazione della campagna; non mai, o di rado, a traverso di essa;* perchè in tali siti la livellazione non regge: s'intersecano i condotti di scolo, e si ha bisogno d'argini molto alti, per tenerli inalveati, oltre molti altri danni, che succedono in occasione di rotte ec.

VIII. L'ottava, ed ultima regola sia quella di *non intromettere nel canale altr' acque, se anch' esse non sono regolate, e particolarmente, se portano sasso, o ghiaia;* perchè simiglianti materie sconcerrano di molto la caduta del fondo, ed il più delle volte sono pregiudiciali al fine, per lo quale si fa la spesa della condotta del canale. Tali incontri debbono isfuggirsi: e quando non sia possibile, bisogna ricorrere al rimedio de' ponti-canali, per mezzo de' quali riesce molte volte di portare simili corsi d'acqua da un lato all' altro del canale regolato, al di sopra del pelo del medesimo. *Le fosse* però *di scolo, ed altre acque chiare, non possono nuocere, che per la soverchia abbondanza;* e perciò, quando s'abbia sicurezza, che non riescano troppo copiose, non occorre prendersi gran cura; per impedir loro l' ingresso: ed in ogni caso *le botti sotterrane possono servire per dar esito alle medesime* sotto il fondo del canale, e sono praticabili particolarmente in quei casi, ne' quali piuttosto le predette fosse restassero impedite, dovendo entrare nel canale medesimo.

Da ciò, che sinora è stato diffusamente spiegato, può dedursi, quale sia il metodo da servirsi nella condotta di que' canali derivati, che più non rientrano nel fiume, che loro diede l'origine, ma devono metter foce, o in paludi, o in lagune, o simili; perchè *anche in questo caso, è necessario di regolarsi colla caduta, che si ha: con quella, ch' è necessaria alla condotta del canale: colla disposizione del piano di campagna ec.* ed anche a questo caso possono applicarsi i rimedj sopraccennati per rendere minore la necessità della

ca-

caduta. In ſomma, fuori delle predette, non vi è altra regola di più, che di tenere la linea più breve, che ſi può, da un termine all'altro, per averne tutta la poſſibile caduta, che rade volte in fatti ſuccede, ſia ſuperiore al biſogno.

Le predette regole ſervono anche in caſo di volere portare un canale derivato da un fiume, a sboccare in un altro, il che molte volte accade, per facilitare il commercio con nuove navigazioni; ma in ciò ſi dee avvertire, ad oggetto di non fare propoſizioni, che ſiano affatto impoſſibili da riuſcire, che *il canale derivato dee procedere dal fiume minore, ed avere lo sbocco nel maggiore*, e non mai al contrario; perchè, eſſendo il fondo del primo, in ſiti omologi, più alto di quello del ſecondo, non può riuſcire, che l'acqua portata da queſto poſſa aver eſito in quello; ſe pur ciò non ſia in ſito molto baſſo, e poco lontano dallo sbocco. Si dee ancora avvertire, che *la caduta di detto canale non ſia maggiore del biſogno, ed aſſolutamente minore di quella del fiume;* altramente, ſe non ſi hanno buone macchine regolatrici nell'introduzione dell'acqua, ſi corre pericolo, che il canale derivato, appoco appoco, tiri a ſe tutta l'acqua del fiume, e facciaſi l'alveo del medeſimo; il che alle volte può riuſcire con utile, alle volte con danno.

Il mantenimento de' canali regolati, come ſi è detto di ſopra, per lo più, dipende dall'opera degli uomini, rare volte dalle forze della natura; e perciò *non biſogna ſcordarſi, nè differire di far quello, che ſi ſa per prova, eſſere neceſſario a tal fine;* poichè molte volte è ſucceduto di laſciar perdere canali utiliſſimi per mera traſcuraggine, non avendoſi voluto apporre i dovuti rimedj a' piccioli ſconcerti, che reſi poſcia maggiori, hanno ricercate, per eſſere rimoſſi, ſpeſe tanto grandi, che hanno ſpaventati i popoli incapaci di farle, i quali perciò non volendo ſoggettarſi a ſpeſe eceſſive, hanno eletto per lo meglio di laſciare andare il canale a diſpoſizione di natura. Per altro *ſono i canali regolati, facili da maneggiare*, a cagione del poco corſo, e del poco corpo d'acqua, che portano: al che ſuccede, che facilmente ſi rimedia alle loro corroſioni, e ſi mantiene la dirittura dell'alveo ec. coſe, che difficilmente s'ottengono ne' fiumi più grandi, co' quali però hanno comuni le proprietà eſſenziali.

Gli uſi, a' quali ſono deſtinati i canali regolati, poſſono eſſere diverſi: poichè primieramente *ſervono a far muovere diverſi edificj idraulici*, come ſono mole da grano, valche, magli ec. i quali tutti hanno il loro primo moto da una ruota, fatta girare dall'acqua. In queſti canali, perchè il corſo dell'acqua per ordinario è debole, è neceſſario di ſoſtentarla, e farle della caduta, dalla quale riceve poi impeto, e forza baſtevole a fare il moto, che da eſſa ſi ricerca. Tale ſoſtentamento ſi fa con picciole chiuſe, dette ancora *Stramazzi*, tant'alte ſopra 'l piano del fondo inferiore del canale, quanto ricerca la caduta neceſſaria a far muovere l'edifizio. Sopra del piano, o ſoglia ſuperiore di queſti ſtramazzi, ſi collocano più portine di legno, diviſe l'una dall'altra con pilaſtri, che vi ſtanno di mezzo co' ſuoi correnti, o incaſtri, a' quali s'adattano le portine predette, che s'aprono, e ſerrano a modo di ſaracineſca. Aperta una di queſte, dà l'eſito ſotto di ſe (cioè per lo vano, che reſta tra la ſoglia dello ſtramazzo, e la parte inferiore di eſſa portina) all'acqua del canale, che s'introduce a correre per un altro canale di legno, dal quale viene portata alla ruota, che dà il moto a tutto il reſtante della macchina. Quanto è maggiore l'altezza dell'acqua ſopra la ſoglia dello ſtramazzo, tanto maggiore è la velocità, colla quale ella eſce dal vano delle portine; e tanto più s'accreſce,

sce, quanto più grande è la caduta del canale di legno, che la riceve: di maniera che l'impeto, col quale è spinta la ruota, è per appunto quello (prescindendo dalle resistenze) che compete alla discesa dalla superficie dell'acqua sostenuta dalle portine, sino al luogo dell'applicazione dell'acqua alla ruota; sebbene poi la velocità, con che questa si muove, sia varia, secondo la quantità dell'acqua, che spinge l'ala della ruota; secondo il modo dell'applicazione di quella a questa; e secondo la quantità della resistenza, che incontra; provenga ella, o dalla struttura, e condizioni della macchina, o dall'acqua del canale inferiore, che suole ostare al giro della ruota medesima.

Possono essere le predette portine, o una sola, o più; e ciò dipende dalla quantità di acqua, che si ha nel canale, e dal numero degli edifizj, che si hanno da muovere; e quando questi ricerchino tutta l'acqua, come che il corso di essa viene ad essere nelle parti vicine al fondo del canale, *poco moto s'osserva nella di lui superficie*, che apparisce al senso, quasi stagnante; ma se con istrumenti idonei si misurerà la velocità, si riscontrerà, quanto ella sia grande vicino al fondo del canale. *Ne luoghi* però *del medesimo*, che sono molto *al disopra delle portine* predette, *si vede la superficie dell'acqua più veloce*, e si riscontra non essere tanta la differenza tra la velocità della superficie, e quella del fondo, sin che, *cessando gli effetti del ristagno fatto dalle portine, l'acqua corre con quelle regole, che sono proprie de' fiumi liberi*. Ma quando l'acqua sia più copiosa di quello, può richiedere l'uso degli edifizj, si ha necessità di avere de' *regolatori, o sfogatori*, i quali divertiscano l'acqua superflua; e possono essere di due sorte, cioè, o alti a fior d'acqua ordinaria; o paraporti. I primi hanno la soglia tanto alta, quanto basta per ritenere nel canale la quantità d'acqua necessaria, e lasciano passare sopra di quella, la soprabbondante; questi *diversivi a fior d'acqua* sono di uso facilissimo; *perchè sono sempre in opera, e preparati al loro ufficio; ma* per lo contrario, *non fanno, molte volte, tutto l'effetto, che si vorrebbe*, e niente contribuiscono a mantenere scavato il canale. Ma *i paraporti*, sebbene sono più difficili da maneggiare, ed addimandano maggior vigilanza, *fanno effetti più sensibili in regolar l'acqua a misura del bisogno, in caso di escrescenze: e mantengono scavato il fondo al canale*, come si è detto di sopra, trattando de' medesimi. Accade sovente, che non si abbia luogo, dove smaltire l'acqua estratta dal canale; e perciò è necessario, rimetterla dentro il medesimo, nella parte di sotto allo stramazzo, il che si fa ordinariamente in due maniere: o con canali laterali, che dopo poco spazio si riunischino al canale principale; o pure facendo una porta grande, che stia in mezzo alle portine, provveduta al di sotto d'un canale particolare, e proporzionato, che non abbia alcuna communicazione con quelli delle portine, e che porti l'acqua, che riceve, al di sotto dell'edifizio, ed in luogo, che l'acqua uscita da esso, non dia impedimento veruno al moto delle ruote: e con tale avvertenza si dee pure procedere nell'eleggere il sito dell'ingresso del canale laterale del diversivo; e perciò, *in caso, che lo stramazzo scarseggi di caduta, meglio riescono i diversivi laterali*, come quelli, che rendono l'acqua al canale in quella distanza, che si vuole, e che si trova non essere nociva.

Quando ad un edifizio si pensi farne succedere degli altri, che addimandino anche essi della caduta, bisogna prima riflettere, se la caduta del canale lo permetta; posciachè, come si è detto di sopra, le cadute di tutti gli stramazzi prese insieme, non possono eccedere quella, ch'è soprabbondante al canale, se pure non si pretendesse di sottomettersi all'obbligo dell'

esca-

escavazione. Coll'avvertenza a questa regola, *poco importa, se gli edifizj siano o in poca, o in molta distanza, l'uno dall'altro; purchè le ruote del primo non risentano il ristagno fatto dalle portine del secondo;* e tal riguardo ancora si dovrebbe avere, quando, mancando la caduta, si pensasse di mantenere basso il fondo del canale coll'escavarlo di tempo in tempo; ed allora sarà venuto il caso d'intraprendere ciò, quando l'elevazione del fondo sarà fatta tale, che cagioni tanto di altezza d'acqua nel canale inferiore, che cominci a pregiudicare al moto delle ruote dell'edifizio superiore; poichè *l'interrimento d'un canale, in caso simile, mai non apporta danno all'edifizio inferiore, ma solo a quello, che immediatamente gli sta al di sopra.*

Il secondo benefizio, che si ritrae da questi canali, è quello delle navigazioni. Richiedesi a questo fine tant'altezza di acqua, che basti almeno a sostentare le barche, di maniera che, essendo cariche, non tocchino il fondo; e tanta larghezza, che possano comodamente darsi luogo, nell'incontrarsi due barche. Quindi è, che secondo la qualità di queste, addimandano maggiore, o minor corpo d'acqua i canali navigabili; o pure [che è il più facile, e consueto] bisogna proporzionare la qualità, e grandezza delle barche all'altezza d'acqua, ed alla larghezza d'alveo, che si ha. Ma perchè molte volte, dando la larghezza necessaria al canale, riesce l'altezza dell'acqua così scarsa; che si rende incapace di portar le barche, che si vorrebbero adoperare; perciò è necessario di provvedere coll'arte a questo difetto; trattenendo l'acqua, ed obbligandola ad alzarsi di pelo fino a quel segno, che può soddisfare al bisogno; quindi è, che *con debolissimi corsi d'acqua si possono fare canali navigabili da ogni sorta di barche.* Non basta, però dare corpo all'acqua con trattenerla, se nello stesso tempo non si provvede al transito delle barche, che per altro resterebbe interrotto dagli ostacoli, opposti al corso del canale per elevarlo di superficie. Ciò s'ottiene col fare, che gli ostacoli possano rimuoversi a piacimento, e la maniera più praticabile è quella de' *sostegni*, che sono una specie di cateratte artificiali.

Vedi la Fig. 59

Sono composti i detti sostegni di due ordini di porte, ognuno de' quali serra attraverso tutto il canale, e sono distanti l'uno dall'altro, quanto basta per dar luogo libero, nel sito di mezzo, ad una, o più barche, rispetto tanto alla lunghezza, quanto alla larghezza di esse. Essendo chiuse le porte superiori, l'acqua al di sopra di esse resta elevata a quel segno, che si desidera, ed al di sotto resta bassa, più, o meno, secondo le circostanze; e lo stesso succede, quando, aperte che siano le porte superiori, restano chiuse le inferiori, di modo che nel sito compreso fra i due ordini di porte (che dee essere fortificato di muro) l'acqua, ora si trova alta, ora bassa, con quella differenza fra l'altezza, e la bassezza, che porta la caduta del sostegno. Da ciò deriva, che entrata che sia una barca nel sostegno, quando le porte inferiori sono chiuse, ed aperte le superiori, (il che porta per necessità, che il pelo dell'acqua del sostegno stia in quel tempo a livello colla superficie del canale superiore) si possono di poi chiudere le porte di sopra, impedendo l'afflusso di nuova acqua nel sostegno medesimo. Indi scaricando regolatamente l'acqua racchiusa fra le porte, si viene appoco appoco ad abbassare il di lei pelo, fino ad equilibrarsi con quello del canale inferiore; ed allora aperte le porte di sotto, si lascia luogo alla barca di proseguire il suo viaggio. In modo contrario si dà il passo dalla parte inferiore del canale alla superiore; posciachè introdotta la barca nel sostegno, trova in esso il pelo dell'acqua assai basso, comecchè le porte superiori impediscono, che l'acqua del canale più alto non v'entri: chiuse poi le porte inferiori, ed introdotta con regola nuov'acqua nel so-

sostegno, questa appoco appoco va elevandosi di superficie, e solleva la barca, sin che equilibratosi il pelo del sostegno con quello del canale di sopra, si aprino le porte, e la barca, uscendo dal sostegno, ripiglia il suo cammino.

Nell'empire, e votare i sostegni, s'osservano diverse particolarità rimarcabili; poichè *nell'empirli si vede un continuo bollimento d'acqua, composto di vortici d'ogni sorte*, il quale scuote molte volte la barca, e la aggirerebbe, se non fosse legata a qualche luogo stabile. Ciò procede dalle diverse riflessioni, che patisce l'acqua dalle sponde del sostegno, e dalle porte inferiori, siccome ancora da' risalti, che fa dal fondo alla superficie. Questi moti sono maggiori, e più evidenti, quanto maggiore è la caduta del sostegno; e perciò anche sul principio del riempirsi, s'osservano maggiori, e più patentemente, e poi vanno scemandosi gradatamente, sin che empiuto affatto il sostegno, terminano in una placidissima quiete. Parimente s'osserva, che *prima che l'acqua del sostegno arrivi col suo pelo a livello di quella del fondo del canale superiore, o pure a livello del fondo dello sfogatore*, che dà l'acqua al sostegno medesimo, *il riempimento si fa sempre con eguale celerità, ma dopo, questa comincia a scemare, e sempre più, quanto minore si rende la differenza de' peli d'acqua*. Questo effetto nasce dalla velocità dell'acqua, che prima essendo uniforme, e scorrendo sempre per la stessa apertura, porta nel sostegno in tempi uguali quantità uguali di acque; ma poscia trovando il contrasto dell'acqua nel sostegno comincia a sminuirsi e la velocità, e la copia dell'acqua; e perciò in tempo uguale non può fare l'alzamento di prima. Per questa stessa ragione, in alcuni casi, ad effetto di non dare scuotimenti violenti alle barche, sul principio del riempimento, si da minore apertura all'acqua, ch'entra nel sostegno, ma verso il fine s'accresce: perchè allora essendo minore il di lei impeto, non può cagionare moti dannosi, come sarebbe nel principio, quando la medesima vi entra con più velocità.

Nel votarsi poi de' sostegni si vede tutto il contrario; perchè *sul principio gli abbassamenti dell'acqua sono maggiori, che nel fine*; e ciò nasce dall'altezza di essa, che quanto è maggiore, cagiona più velocità in quella, che esce, secondo la proporzione medesima, colla quale si vota un vaso pieno d'acqua, come è stato dimostrato dal Torricelli, e da altri. E perchè il votarsi d'un sostegno altera poco il pelo dell'acqua del canale inferiore, e perciò la di lui acqua non apporta impedimento di considerazione a quella, che esce; ne nasce, che più *presto voterassi un sostegno di quello, che s'empia; e tanto maggiore sarà la differenza del tempo, quanto il fondo del canale superiore sarà più alto del pelo dell'acqua ordinaria del sostegno*, come renderassi manifesto dal considerare, che l'altezza, la quale dà la velocità all'uscita, è uguale alla caduta del sostegno; ma quella, che rende l'acqua veloce nell'entrare, è tanto minore della predetta, di quanto importa l'alzamento del fondo del canale superiore sopra il pelo d'acqua dell'inferiore. In fine *l'acqua nell'uscire dal sostegno non fa in esso que' moti sregolati, che cagiona nell'entrare*; ma bensì nel canale inferiore, benchè, a causa dello sfogo, che da loro il canale, siano di gran lunga meno rimarcabili degli altri.

Siccome *deono avere i sostegni un'acqua regolata*, altrimenti correrebbero rischio di essere in breve roversciati dall'impeto delle piene, e sarebbero incomodi al transito delle barche; così *hanno bisogno di diversivi, e di sfogatori*, che rimuovano la superflua, anzi l'ordinaria, quale non dee mai avere esito per lo sostegno, che in tempo di bisogno; ma bensì essere sostentata in modo, che il tratto superiore del canale abbia acqua abbondan-

te

te per l'uso della navigazione; e perciò dee essa star sempre appoggiata all'uno, o all'altro ordine di porte del sostegno. Queste diversioni d'acqua utilmente s'adoprano a far muovere diverse macchine; e perciò cadono sotto le considerazioni già fatte.

Devesi ben' avvertire, che diminuendosi, per cagione del sostentarsi dell'acqua, il corso alla medesima, qual volta questa sia torbida, succedono degl' *interrimenti di fondo;* che però *si tolgono almeno in gran parte coll' aprire, di quando in quando, le porte de' sostegni*, o paraporti, che vi si trovano, e fare, che la velocità del corso dell'acqua in quel tempo escavi il canale, sino alla soglia delle porte superiori, o del paraporto; la quale escavazione viene molto facilitata dalla copia dell'acqua trattenuta, di gran lunga maggiore di quella, che averebbesi, se il canale fosse aperto, essendo quest'effetto simile a quello, che fanno i rigurgiti del mare negli alvei de' fiumi, che vi sboccano immediatamente. *Giova* anche *molto al fine medesimo il moto delle barche*, che nel loro passaggio agitano l'acqua, e la rendono più veloce, particolarmente nelle parti inferiori, e quando sono tirate contro il di lei corso; al che succede, che staccata l'arena dal fondo, appoco appoco viene spinta all'in giù, e finalmente portata al suo termine. Se il sostegno non avrà le soglie più alte del fondo stabilito del canale, egli è evidente, che *la sola apertura delle porte di quello*, *in tempo d'acqua grossa*, *è bastante per espurgarlo da tutti gl' interrimenti*, succeduti nel tempo, ch'esse sono state chiuse; perchè siccome, libero che fosse il canale, non interrirebbe se medesimo, così quando sia interrito, è valevole senz' alcun' ajuto esteriore a ristabilirsi sul suo fondo primiero; e non v' ha dubbio, che dopo aperte le porte del sostegno, il medesimo canale non sia constituito in istato d'intera libertà. Quindi è, che *non occorre mai*, *con soglie attraverso il canale*, *fare elevare il fondo dello stesso*, *se non si ha caduta soprabbondante;* ma basta, in caso di avere per appunto la sufficiente, o pure qualche poco deficiente, fare il predetto doppio ordine di porte, tutte dell'altezza medesima, e situate le soglie di queste, e di quelle al piano del fondo del canale. Per altro, *quando l' escavazione del canale interrito non possa ottenersi coll' apertura*, più volte replicata, *delle porte* ultimamente descritte, *converrà ricorrere all' escavazione manufatta*, che è l'unico rimedio in que' casi, ne' quali la natura ricusa di cooperare al nostro fine.

Giacchè la materia ha portato di avere a discorrere delle navigazioni, non sarà fuori di proposito d'indicare quì brevemente i mezzi, co' quali si rendono navigabili i fiumi. Tutto ciò, che impedisce, che un fiume non sia navigabile, o appartiene all'alveo, o all' acqua, che scorre per esso. Gl'impedimenti alla navigazione, che derivano dall'alveo, sono [1] *Gl' interrompimenti del medesimo*, come sono le cateratte, la copia de' sassi, particolarmente di mole smisurata &c. (2) *La soverchia larghezza del letto occupato dall'acqua nella sua mediocrità*, la quale fà, che non si possa avere la necessaria altezza del corpo di questa. (3) *Gli scogli*, *che s' alzano dal fondo dell' alveo*. (4) *I vortici*, particolarmente quelli, che per qualche apertura esistente nel fondo, ingojano l'acqua, e con essa molte volte le cose, che sopra di essa galleggiano. (5) *La soverchia angustia delle tortuosità*, che non permette, che le barche si voltino con facilità, e fà, che difficilmente siano tirate contr'acqua [6] *Il difetto delle sponde*, o troppo alte, e scoscese, sicchè non lascino il luogo conveniente a gli animali, che devono tirare le barche al contrario del corso del fiume; o troppo basse, di modo che siano sormontate da ogni escrescenza d' acqua, che le renda pantanose, ed impossibili a praticarsi; o troppo distanti dal filone del fiume,

me, di maniera che da esse non si possa ricevere ajuto alcuno in caso di bisogno &c.

Di questi però, alcuni sono rimediabili, altri nò. Poichè le cateratte se sono artificiali, possono avere altr' uso più importante, che di rendere navigabile il fiume, e se sono naturali, e il fiume perenne, o sono impossibili da rimuoversi, o troppo dannoso sarebbe l'effetto, che ne fosse per seguire, atteso il profondamento, che si farebbe nell' alveo del fiume superiore ad esse, quando però fosse possibile, ed il sito lo permettesse; *si potrebbe derivare un canale dall' alveo superiore, e portarlo a sboccare nell' inferiore, facendo in esso* quel numero di *sostegni*, che bisognasse, per fare ascendere le barche dall'alveo di sotto a quello di sopra, ed al contrario; in somma far conto, che la cateratta fosse il diversivo d' un sostegno. *I sassi grossi*, che si trovano negli alvei de' fiumi, che col loro ostacolo impediscono il transito alle barche, *possono levarsi, o rompersi*, qual volta però sia da sperarsi, che levati essi, non ve ne rientrino degli altri simili; e perciò, quando la qualità de' sassi portati da' torrenti ordinariamente nell' alveo del fiume, è quella, che toglie al medesimo la navigazione, è altresì vana ogn' opera per levarli, se non si divertiscono i torrenti, il che più volte riesce impossibile.

Alla soverchia larghezza dell' alveo si rimedia, *col tenere ristretta l' acqua*, o con lavorieri alle ripe, che producano delle alluvioni, e che vogliono essere proporzionati al fiume, ed al sito, nel quale si hanno da fare, o se la larghezza dipendesse dalla qualità del fondo difficile da escavarsi, col procurare di fare coll' arte, e coll' opera manuale, quello, che non può fare il fiume da se: o pure col fargli mutar corso, e condurlo a scorrere per luoghi, ne' quali sia più facile da mantenersi ristretto. Si deve però avvertire, che i fiumi hanno la loro larghezza determinata dalla natura, la quale solo con violenza può sminuirsi; ma in questo caso bisogna riflettere, se il fiume conservi la stessa soverchia larghezza in tutti i siti: o pure, se tale larghezza è in un luogo solo. Se questo sia, è parimente segno, che l' alveo troppo dilatato è effetto di cause accidentali, che possono superarsi: ma *se la larghezza sia uniforme in tutti i luoghi, il difetto non procederà da essa, ma dalla scarsezza dell' acqua;* e quando pure il medesimo difetto volesse superarsi, bisognerebbe prepararsi a fare un continuo sforzo alla natura; o pure valersi dell' acqua, che si ha, introducendola in un canale regolato, per lo quale potesse avere, ridotta in alveo più angusto, un altezza necessaria al bisogno.

Gli scogli, che s' alzano dal fondo dell' alveo, *se restano sempre coperti dall' acqua, sono difficili da levarsi;* pure non è impossibile, e in ciò si ricerca il giudizio di chi ha da operarvi; ma *se* alle volte *si scuoprono in acqua bassa possono spezzarsi*, o collo scarpello, o con mine fattevi dentro; ma rare volte, se non sono bene spessi, impediscono, che un fiume non sia navigabile, ma bensì lo rendono pericoloso in certa altezza di acqua.

I vortici, se sono *ciechi*, *si tolgono colla rimozione delle cause, che li producono*, le quali quasi sempre stanno alle sponde, qualche volta nel fondo degli alvei; e perciò chi ben intenderà le cagioni di essi, facilmente comprenderà, come si possa loro provvedere; rade volte però sono questi pericolosi. Ma *le voragini, che ingojano l' acqua, non hanno rimedio alcuno; solo* se fosse praticabile, *si potrebbe derivare un canale, che uscisse dal fiume al disopra, e rientrasse al disotto della voragine medesima*. La qualità di questo pericolo non si può diffinire, che dall' esempio, che hanno dato agli altri i più temerarj, siccome in molti casi l' esperienza insegna, quale sia la strada, che debba tenersi per isfuggirne il pericolo. All'

All' anguſtia delle tortuoſità ſi rimedia in quelle ſteſſe maniere, che ſi praticano per le corroſioni; e perciò, quando rieſca inutile ogn' altro tentativo, ſi poſſono fare due' tagli, e con eſſi raddirizzare il corſo del fiume.

Perchè le barche vadano a ſeconda del fiume, poca, o niuna conſiderazione ſi dee avere alla qualità delle ſponde; ma ſe devono tornare indietro contr' acqua, e ſe la forza del vento non è baſtante a ſpingervele, biſogna adoprare cavalli, o altri animali, che colla loro forza ſuperino quella della corrente; perciò *biſogna, che per queſti ſia preparata una ſtrada*, il più che ſia poſſibile, facile, che ne' fiumi arginati ſuol eſſere ſopra gli argini, e ſul labbro delle golene; e ne' diſarginati, in tempo d' acqua baſſa, per le ghiaie, ed in tempo di piena per le ripe de' fiumi medeſimi. Quindi è, che i ſiti di queſte ſtrade devono eſſere liberi, e ſenza arbori dalla parte del fiume, e tanto alte, che l' acqua del fiume non v' arrivi, ma poco di più, e di buon fondo, perchè gli animali predetti non vi s' impantanino. Perciò, *ſe un fiume avrà le ſponde ſcoſceſe*, come ſe foſſero di ſaſſo, *e troppo alte, non ſarà navigabile, quando dentro del dirupo non ſi tagli una ſtrada proporzionata*, baſſa quanto baſta, per non avere una tirata troppo obliqua; e tanto alta, che non ſia bagnata dal fiume; e quando le medeſime foſſero pantanoſe, perchè il fiume le ſormontaſſe, biſognerebbe alzarle a modo d' argini, e in queſta maniera renderle più aſciutte. Finalmente, ſe foſſero troppo lontane dal filone, come quando i fiumi di gran larghezza nelle piene, ſono aſſai magri d' acqua, e queſta ſi ſpinge col corſo ora a una ripa, ora all' altra, biſogna aſſodare una ſtrada temporanea per le ſpiagge del fondo dell' alveo, e praticare queſta nella maniera, che ſi può.

Gl' impedimenti delle navigazioni, che appartengono all' acqua, la quale ſcorre per li fiumi, che ſi vorrebbero rendere navigabili; ſono queſti. (1) *La ſcarſezza dell' acqua medeſima*. [2] *La di lei ſoverchia velocità*. (3) *Il caminar ella ſenza regola*. La ſcarſezza non è rimediabile per altra ſtrada, che con accreſcerla mediante l' unione di più fiumi in un ſol' alveo; e con acquiſtare de' rigurgiti, o dal mare, o da' fiumi reali. Alcuni fiumi, che entrano nell' Oceano, non ſarebbero navigabili, ſe doveſſe ſervire alla navigazione la poca acqua, che portano; ma perchè aſſorbiſcono ne' fluſſi un riſtagno d' acque marine in alcuni luoghi di trenta, e più piedi d' altezza, ſi rendono con tal mezzo capaci di portar barche groſſiſſime. Nella ſteſſa maniera i fiumi tributarj, che sboccano ne' reali, ſono navigabili per qualche tratto coll' acqua, che ricevono di rigurgito da queſti; oltre il quale alle volte non ſono atti a portare un piccolo battello, tanto poca è l' acqua, che hanno. Per queſta ragione pochi ſono i fiumi dell' Italia, che ſiano navigabili; perchè eſſendo di breve corſo, hanno poc' acqua, e per conſeguenza gran declività di fondo; ed entrando, o nel golfo Adriatico, o nel Mediterraneo (mari, che hanno poco fluſſo. e rifluſſo) non godono del benefizio del rigurgito dell' acque marine; *L' unico rifugio* adunque *in caſo di ſcarſezza d' acqua, è quello di cavarla dal fiume, e d' introdurla in un canale regolato*, che co' gli artifizj ſopra deſcritti, può renderſi idoneo a qualunque ſorta di navigazione.

La velocità dell' acqua de' fiumi anch' eſſa ricuſa ogni ſorte di rimedio; ſe non è quello di *ſuperarne la violenza del corſo a forza di animali, che tirino le barche*, dipende la velocità in caſi ſimili, come ſi è detto, dall' inclinazione degli alvei, la quale, come determinata, che è dalla natura, è inſuperabile. L' arte di navigare all' ingiù fiumi anche velociſſimi (benchè pieni di ſcogli, e di correntìe impetuoſiſſime) è arrivata a tai ſegno, che

che si può dire avere toccati i limiti della temerità; ma quella di navigare all'incontro de' medesimi corsi, non oltrepassa il segno di valersi della forza degli animali; e quando questa non basta, non arriva ella più oltre. Perciò alcuni fiumi sono bene navigabili, ed altri potrebbero rendersi tali, quasi dalla loro prima origine fino allo sbocco nel mare; ma il navigarli al contrario riesce impossibile, se non dentro uno spazio determinato, nel quale le declività degli alvei non sono eccessivamente grandi, e ciò qualunque sia il corpo d'acqua, che portano.

Il *divagare dell'acque*, o sia il correre senza regola, *è un difetto il più facile da correggere d'ogn'altro*. Non è altro questo corso sregolato, che l'uscire, che fa l'acqua dal proprio alveo, dentro il quale correva ristretta, e dividersi in più piccioli rami, ed in fine espandersi, o in una campagna, o in una palude, o in una laguna &c. a cagione della quale diramazione, ed espansione, non ritiene più quell'altezza di corpo, ch'è necessaria a reggere le navi. A ciò si può rimediare in diverse maniere; posciachè, se nel sito dell'espansione si trova terra da far' argini, basta chiudere i rami superflui, ed obbligare l'acqua a correre per un solo, dentro il quale avrà altezza maggiore, e arginare le sponde di detto alveo, acciò il fiume non le sormonti; se però ciò solamente succedesse in tempo di piena, e che l'acqua ordinaria, correndo inalveata, bastasse alla navigazione, non occorrerebbe per questo fine fabbricare argine alcuno. Ma mancando la terra per la formazione dell'alveo predetto, si può con pali piantati, ed intrecciati di rami d'arbori flessibili, racchiudere da una banda, e dall'altra un sito eguale a un dipresso a quello, che occuperebbe l'alveo, formato che fosse colle alluvioni, e introdurvi a sboccare dentro il fiume, il quale, se sarà torbido, potrà col tempo, e col mezzo delle deposizioni stabilirsi, per la strada medesima, l'alveo; bisogna però procurare di secondare con questa operazione l'inclinazione del fiume; altrimenti si getterà la spesa senza ottenere il fine desiderato. Serve ancora al medesimo fine, o l'escavare il fondo della palude, o il togliere gl'impedimenti al corso; perchè il fiume s'inalveerà per quel sito, nel quale troverà de' concavi continuati, e nel quale incontrerà minori impedimenti, oltre che ciò è necessario per dare il corpo d'acqua, e l'adito necessario alle barche: diverse altre circostanze possono suggerire rimedj d'altra natura, che lascieremo scegliere al giudizio dell'Architetto.

Ma egli è omai tempo di ritornare sulla materia di questo Capitolo, e di riassumere la considerazione degli usi de' canali regolati; il terzo de' quali è di *distribuire le acque per l'irrigazioni, e per altri commodi*, che ne ricevono quelli, che se ne servono. Per condurre con buon metodo, da un luogo all'altro, canali di tal natura, si debbono osservare due regole, la prima delle quali è, che *il canale sia constituito in luogo alto*, se pure non si vuole cavare l'acqua da esso col mezzo di macchine; e perciò si dee formargli l'alveo, non all'uso degli scoli, nel sito più basso delle campagne, nè al lungo della loro pendenza, ma bensì in piani sufficientemente elevati, e piuttosto attraverso delle campagne; e perciò quelli, che sono destinati a questo fine ne' nostri paesi, per lo più costeggiano le falde delle montagne, poco importando, che ad oggetto di portarli da un luogo all'altro si richiedano arginature molte volte assai alte. Anche però *nella condotta di questi canali si debbono osservare le cadute, e la disposizione del piano di campagna*, per non dare in isconcerti grandi, che tolgono la durabilità all'operazione; e perciò è bene (e sarà l'altra regola) che *il pelo dell'acqua d'uno di questi canali s'elevi poco sopra la superficie della terra*, o almeno non

abbia il fondo più alto della medesima, almeno dalla parte di sopra: altrimenti le sorgive, e l'intersecazione degli scoli faranno de' danni. Io ho osservato in molti di questi canali, che traversano le campagne, come nel nostro canale di Reno, e in quello che viene da Savena, l'uno, e l'altro de' quali entrano in Bologna, nel Naviglio di Milano, ed in quello, per lo quale da Padova si passa a Monselice, che la loro ripa dalla parte della montagna, o non ha bisogno d'argini, o pure questi sono bassissimi; ma dalla parte opposta, in molti luoghi conviene sostentar tutta l'acqua a forza d'argini, e non ho saputo comprendere, se ciò dipenda dall'avvertenza degli Architetti, che prima li disegnarono; o pure dalla natura, che col tempo abbia proporzionato il sito al bisogno del canale. Io credo però più facilmente quest'ultimo; perchè supposto, che sul principio sia un canale munito d'argini dall'una, e dall'altra parte, egli è certo, che accadendo rotte, o espansioni dalla parte di sopra, si debbano fare delle alluvioni ne' siti bassi, e (allargandosi l'acque in poco sito, e non avendo altr'esito, che nel canale medesimo) molto più alte di quello, possano essere, succedendo rotte negli argini del medesimo canale, che risguardano la pianura, dalla qual parte, l'acqua uscita dalla rotta, s'espande in maggior latitudine, e fa le alluvioni di gran lunga più basse. Quindi è, che il piano di campagna, dalla banda più alta del canale, appoco appoco, può essersi alzato al pari degli argini; e quello dalla parte opposta, non essendosi potuto alzare egualmente, nè meno può far sponda al canale, e lascia la necessità di supplire al bisogno coll' elevazione dell' argine. Sia in un modo, o nell'altro, noi potiamo da ciò intendere, quale sia il metodo mostratoci dalla natura nella derivazione de' canali simili, e procurare d'imitarlo nelle occasioni.

Per fare poi una giusta distribuzione, o erogazione delle acque di un canale regolato, si dee avvertire (1) Che *i centri di tutte le bocche, le quali cavano acqua da esso, siano egualmente depressi sotto la superficie della medesima;* altrimenti darassi il caso, che due bocche uguali ricevano quantità d'acqua disuguale, e che la differenza sia assai grande (2) Che *la superficie dell' acqua corrente sia* perciò, *al possibile, sempre nello stato medesimo; o pure,* che *alzandosi, o abbassandosi, si conservi sempre parallela al pelo antecedente;* in altra maniera si varierà la proporzione dell' acque distribuite. Ma perchè ciò è difficile da ottenere, io consiglierei, che *la distribuzione si facesse proporzionata, supposto il pelo del canale nella sua maggiore bassezza;* perchè allora anche succede il caso d'avere maggiormente bisogno dell'acqua; e se alcuna lesione, o improporzione ha da succedere, è meglio, che ciò sia in tempo d'acqua abbondante. Il ristringimento proporzionato del canale può contribuire a mantenere il pelo dell'acqua sempre parallelo a se medesimo, e noi abbiamo dato il metodo di farlo nel VI. *Lib. della Misura dell'acque;* ma ivi abbiamo supposto teoricamente, ed in astratto, che le larghezze del canale siano vive: punto del quale è assai difficile l'assicurarsi nella pratica. [3] *E' necessario* ancora, *che il fondo del canale si conservi sempre invariato;* posciachè elevandosi, farà alzare il pelo dell' acqua, e le bocche superiori riceveranno acqua più del dovere in pregiudizio dell' inferiori ed abbassandosi, succederà tutto il contrario. Quindi è, che dopo la construzione d'un canale, non si dee fare immediatamente, o almeno assodare la distribuzione dell'acque, regolandosi sul fondo dell'escavazione; ma bensì dee aspettarsi, che il medesimo siasi stabilito colle regole della natura; e dopo distribuire la quantità dell' acqua a chi si dee. [4] *Le bocche tutte si assegnino ne' luoghi, ne' quali il filone cammina parallelo,* e in mezzo all'

all' una, e all' altra ripa; poichè è certo, che se la direzione dell' acqua incontrerà una di queste bocche, v' entrerà in copia maggiore di quella, che uscirà per un' altra, che (in parità di tutte l' altre circostanze) sia lontana dal filone predetto, e nella quale debba entrare col solo sforzo dell' altezza dell' acqua. (5) *S' elegga una misura invariabile, alla quale abbiano da essere eguali tutte le bocche dell' erogazioni, e dovendosi maggior copia d' acqua all' uno, che all' altro, se gli assegnino più bocche separate nella dovuta proporzione*, le quali s' uniscano poi, se così si vuole, in un canal solo dopo la distribuzione; altrimenti regolandosi la proporzione secondo l' aree delle bocche, sempre n' avrà più del dovere la bocca maggiore, come quella, che a riguardo dell' area ha minore la circonferenza, e per conseguenza minore l' ostacolo dello sfregamento fatto all' uscita. (6) Che *i canali, i quali ricevono immediatamente l' acqua dalle bocche predette, siano tutti della stessa lunghezza, larghezza, e pendenza, e nella parte interna egualmente lisci;* potendosi ragionevolmente credere, che l' acqua ricevuta in canali più larghi, più corti, e più declivi, riesca anche più copiosa; siccome è certo, che la diversa asprezza interiore de' detti canali, apporta maggiore impedimento all' uscita dell' acqua; sotto nome di canale in questo luogo, s' intende un tubo, che sta applicato al foro della bocca, e trasfonde l' acqua in un canale aperto, per lo quale viene poi portata al luogo destinato. (7) Perchè alle volte una bocca sola serve a più d' uno, occorre, che l' acqua uscita da essa, correndo per lo suo canale aperto, debba di nuovo dividersi: il che può farsi col *preparare un canale di pietra, che abbia il fondo per ogni verso orizzontale, o pure un bottino, nel quale si riceva l' acqua; ed intestatolo nella parte inferiore con un muro, incastrare in esso un marmo, o altra pietra dura, nella quale siano tagliati più fori eguali*, secondo le regole dette di sopra, *che diano a ciascheduno la sua parte dell' acqua*, da portarsi poi ne' fondi de' Padroni per via di canali separati. S' avverta però in questa divisione ciò, che si è detto di sopra al numero quarto. (8) *Quando la divisione s' ha da fare in due parti uguali, basta*, preparato che sia il canale predetto, *fare in esso un divisore, che tagli il corso dell' acqua nel mezzo*, ed obblighi la metà del canaletto a portarsi ad una parte, e l' altra metà, all' altra parte; nel che però si dee procurare, che lo scarico sia ugualmente felice, e che vi sia una perfetta uguaglianza di tutte le circostanze, a favore tanto dell' una, quanto dell' altra parte.

Quelli, che distribuiscono, e vendono le acque ad once, si vagliono di una quantità per base fondamentale di tutte le altre, che loro è affatto incognita; poichè ordinariamente si desume questa denominazione dall' area del foro, o bocca, che la deriva dal canale, o altro ricettacolo; e sebbene questa può essere invariabile, la quantità però dell' acqua, che passa per essa in un tempo determinato, variasi notabilmente, a cagione dell' altezza dell' acqua, che sta sopra del foro. Appresso gli antichi Romani, che prima di distribuire le acque, le radunavano in una gran vasca, e situavano tutti i fori all' istesso livello, poteva servire il nome *d' oncia d' acqua*, se non per esprimere una quantità assoluta, e determinata nella sua grandezza, almeno per significare una quantità ideale, o piuttosto proporzionale, che sebbene variasse nella quantità, ritenesse però la stessa proporzione alle altre multiplici, o submultiplici della medesima, come sono i gradi del circolo assunti da' Geometri per misurare la quantità degli angoli; ma ne' nostri tempi, ne' quali le erogazioni si fanno da' canali, e non si ha avvertenza veruna di situare le bocche alla stessa profondità sotto la superficie dell' acqua, il nome d' oncia nient' altro significa, fuorchè

l'apertura della bocca del erogazione. Quindi è, che Monsieur Mariotte nel suo altre volte lodato Libro *del Moto dell' Acque*, stimò di dovere stabilire la quantità assoluta dell'acqua, che debba chiamarsi un oncia; e dopo più esperienze fatte per trovare la quantità dell' acqua, che esce da un foro circolare, che abbia un pollice, o un' oncia di diametro, e che sia appena sommerso sotto la superficie dell' acqua del riservatoio; ferma la quantità *d' un oncia, o pollice d' acqua, a quella quantità di essa, che, essendo uscita dal suo foro in un minuto di tempo, può essere precisamente contenuta da quattordici pinte di misura di Parigi, ciascuna delle quali contenga due libbre*, dimodochè un oncia d' acqua, secondo il detto famosissimo Autore, verrebbe ad essere ventotto libbre Parigine. Ciò è affatto arbitrario; ma non ostante, converrebbe pure, che gl' Idrometri s' accordassero in determinare una quantità, alla quale potessero avere relazione le altre, o maggiori, o minori.

Discorrendo della distribuzione dell'acque, io non ho preteso, che perciò si debbano togliere gli abusi, che in essa si commettono; poichè so, quanto sia difficile di correggere gli errori inveterati, particolarmente quando sono generali, e ridondano in vantaggio di qualcheduno: e nè menò ho pensato di trovare i rimedj a tutti i casi possibili, bensì di aprire l' intelletto a' Professori, acciocchè, occorrendone de' non preveduti, possano trovare i ripieghi adattati a fare in tutti i casi la più giusta distribuzione delle acque, che sia possibile, particolarmente quando si debbano mettere in essere nuovi canali. Onde per fine voglio avvertire, che dubitandosi, che una distribuzione fatta, sia giusta, è facile, trattandosi di piccioli canaletti, di escavare fosse eguali nel terreno, per esempio, di cinque piedi per ogni verso, ed osservare, se si riempiano in tempi eguali; e ciò sarà una prova certa, quando non si possa dubitare, che il terreno sia in un luogo più poroso, che nell'altro.

Servono anche i canali regolati *a fare delle bonificazioni*; ma perchè abbiamo destinato di averne particolarmente discorso, affine di scoprire alcuni errori, che ordinariamente si commettono, passeremo a discorrerne nel seguente Capitolo.

CA-

CAPITOLO XIII.

Delle bonificazioni, e del modo, con che esse poßano farsi utilmente.

HA questo nome di *bonificazione* diversi significati, ma quì si prende solamente *per l'atto di render buono il terreno*, o reso, o mantenuto infruttifero dall'acque, che stanno stagnanti sulla di lui superficie, o continuamente, o la maggior parte dell' anno. Ciò s' ottiene in due maniere; cioè, o per l'efficcazione, o per alluvione: Le *bonificazioni fatte per efficcazione sono quelle*, *per ottenere le quali* non alterandosi la superficie del terreno bonificabile, *si procura*, *che*, *o l' acque si divertiscano altrove*, e perciò, cessando la causa, cessi anche l' effetto dell' inondazione; *o pure*, *che camminino regolate al loro termine* (il che si fa mediante l' escavazione di canali proporzionati) *senza occupare altro sito*, *che quello del loro condotto*. Le acque si divertiscono dal luogo inondato, o col trattenerle dentro l' alveo proprio, ed impedire loro l'espansione, che prima avevano, armando d'argini le sponde dell' alveo predetto; o pure, quando ciò non basti, coll'obbligarle a prendere altra strada, e dar loro nuovo sbocco; ed il mezzo di ottenere questo fine sono le nuove inalveazioni, delle quali discorreremo nel Capitolo seguente. Colla prima maniera è stata bonificata una gran parte della Lombardia, e generalmente sono stati resi fertili tutti que' siti, che sono soggetti alla manutenzione degli argini de' fiumi; in prova di che basta osservare gli effetti, che fanno i fiumi medesimi, quando, rompendo gli argini, escono dal proprio letto, e si portano ad inondare le campagne; e nella seconda maniera sono stati bonificati altri siti sul Mantovano, Ferrarese, e Romagnola, e ne sarebbero bonificabili molt'altri, quando gli uomini s'applicassero a studiare i mezzi per effettuare le diversioni dell'acque, che, senza molto studio, da tutti si conoscono necessarie.

Dell'escavazioni delle fosse di scolo, che sono i mezzi più idonei per essiccare i terreni occupati dalle acque, abbiamo trattato di sopra nel Capitolo XI. parlando degli scoli delle campagne, ed altrove: solo in questo luogo si dee aggiungere, che le *fosse predette rare volte possono far più*, *che dare lo scarico alle acque piovane*, *o paludose*, *e non mai a quelle de' fiumi*, se non con grandissima difficoltà, e lunghezza; e quello, che è più, con danno degli alvei proprj, i quali, essendo l'acque torbide, vengono ad interrirsi; &c. resta perciò da trattare in questo luogo delle bonificazioni per alluvione, delle quali non abbiamo fin' ora avuto sufficiente discorso.

Si pratica questo rimedio a que' siti, *i quali sono così bassi di superficie*, *che non possono avere scolo da parte veruna*; e perciò conviene, che restino paludosi, anche a cagione della sola acqua delle piogge. Quindi è, che *a fine, che possano siti simiglianti avere lo scolo necessario*, *per mantenersi asciutti*, *e d' uopo alzargli di superficie*; il che, quantunque per piccioli luoghi si possa ottenere,

nere, conducendovi la terra d' altronde; rispetto a più estesi però è moralmente impossibile; e per lo contrario facilmente s' ottiene, col mettere in opera le forze della natura, che vale il dire, col far sì, che l' acqua de' fiumi torbidi ve la porti. *In due modi*, adunque, *si possono adoperare le acque torbide de' fiumi per alzare terreni bassi;* cioè, *o col mandarvi a sboccare un fiume*, torrente, o canale, *con tutto il suo corpo d'acqua:* ovvero *col prendere dal fiume vicino quella quantità d' acqua torbida, che si stima possa bastare per ottenere il fine preteso.*

Quando un fiume sbocca tutto in un sito basso, [il che non si può fare con utile, se questo sito non è una palude vastissima in proporzione del fiume; e se non si mettono anche in opera molte altre necessarie cautele] *non v' ha dubbio, che tutta, o la maggior parte della materia terrea, che l' intorbida, non sia per deporsi; e per conseguenza, che il sito basso non sia per elevarsi*, riempiendosi di terra le di lui concavità. Ma quì debbono osservarsi diversi effetti di questi sbocchi aperti; poichè (1) *l' altezza della palude si renderà maggiore di prima;* e perciò, dilatandosi la di lei circonferenza, occuperà de' terreni antecedentemente buoni; e perchè ordinariamente *le paludi si trovano nelle parti più basse delle pianure*, e la superficie di queste ha una insensibile declività; quindi è, ch' elevandosi il pelo della palude, il più delle volte s' estenderà ad occupare spazio considerabile de' terreni fertili, che prima la circondavano, che per questa causa diventeranno paludosi. [2] *Se nella palude entravano gli scoli de' campi superiori, l' acqua della medesima elevatasi*, e tanto più in tempo di piena del fiume, *rigurgiterà per i loro alvei*, con interrirli allo sbocco, e per qualche tratto all' insu, arrivandovi torbida: e ne seguiranno quegli effetti perniciosi, che apporta l'alzamento dell' acqua dello scolo, e quello del di lui fondo. (3) *Lasciando il corso del fiume a disposizione di natura, non è possibile di ottenere la bonificazione di tutta la palude;* perchè esso vi s' inalveerà nel mezzo, o in altri luoghi, dove più lo porterà il genio della natura, formandosi colle alluvioni le sponde, e separerà la palude in due parti, lasciandone l' una a destra, e l' altra a sinistra. (4) *Le sponde del fiume* predetto *saranno più alte al labbro di esso, che negli altri luoghi*, e si porteranno a spalto (a modo delle spiagge, che si trovano negli alvei de' fiumi) a sepellirsi sotto il pelo d' acqua della palude. [5] *Molte volte accaderà, che* il proloungamento *del fiume chiuda l' esito*, non solo alle parti, destra, o sinistra della palude; ma ancora *agli scoli, che dentro vi sboccavano;* effetto ripieno molte volte di lagrimevoli conseguenze. (6) Perchè *il fiume nelle sue piene*, disarginato che sia, dee sormontare necessariamente le proprie ripe; quindi è, che *spingendo buona copia d' acqua in dette parti serrate della palude, le alzerà così di pelo, che saranno obbligate a spingersi colle inondazioni considerabilmente all' in su*. (7) *I luoghi vicini agli sbocchi del fiume, si alzano colle alluvioni di pura sabbia, i più lontani col limo;* ma protraendosi il fiume sopra le deposizioni di buon terreno, se ne fanno dell' altre arenose, e sopra queste nuovamente si depone il limo, quando, cioè, le alluvioni si fanno coll' espansione superficiale del fiume. [8] *Sin che la palude conserva il suo fondo, il fiume influente non vi si prolunga dentro con gran sollecitudine*, e dà a credere, di potervi avere dentro ricetto de' secoli interi, prima d' essere giunto coll' inalveazione alla parte opposta; *ma, ridotta che sia colle deposizioni a poca altezza d' acqua, allora comincia a scoprirsi terreno con gran prestezza in più luoghi*, e di gran passo s' avanza la linea del fiume [9] *Nel protraersi l' alveo dentro la palude*, se pure non è così copioso d' acqua, che possa mantenersi il fondo orizzontale, il che rade volte succede in casi simili, *è necessario, che esso si*

so si vada alzando di fondo nelle parti superiori; e perciò che obblighi i popoli a maggiore alzamento di argini ne' luoghi, dove prima erano, ed a farne de' nuovi, dove prima non erano necessarj. (10 (*L' alzamento* medesimo *di fondo impedisce l'esito agli scoli, che sboccano nel fiume*, e colle sorgive molte volte insterilisce le campagne contigue. (11) Dandosi il caso, che il fiume, il quale sbocca nella palude, ne riceva qualchedun'altro nel proprio letto, e per conseguenza, che i terreni serrati fra due fiumi influenti non possano scolare, che, al più, nel punto della confluenza, *Se lo scolo di detti terreni, per l' alzamento del fondo del fiume sarà impedito, indispensabilmente dovranno diventare paludosi*. (12) *Lo stesso succederà, quando nella medesima palude sboccassero due, o più fiumi, i quali dalla natura fossero portati ad unirsi*, colla protrazione delle loro linee, in un alveo solo.

Da tutti questi effetti chiaramente può comprendersi da ognuno, quali siano i danni, che procedono dal farsi le bonificazioni a fiume aperto; quanto poco utile portino queste all'universale; e con quanta ragione sveglino i riclami degl' interessati, particolarmente quando non vi sono applicati gli opportuni rimedi, che potrebbero essere [1] *Gl' argini circondanti la palude*, quando il terreno somministri materia idonea per farli resistenti, e questi ad effetto d' impedire l' espansioni della palude medesima; ma bisogna avvertire di non prendere errore, sì nell'altezza, che nella grossezza, e buona fabbrica di essi: (2) *Buoni, ed ampj sbocchi alla palude*, per iscarico dell' acque del fiume, e ciò serve ad impedire la soverchia elevazione del pelo della medesima: (3) *Le chiaviche agli scoli*, quando il sito, e le circostanze ne permettano l' uso; o pure la diversione degli stessi ad altra parte, quando sia possibile, e ciò provvederà anche a' rigurgiti, e impedimenti de' condotti. Se o l' uno, o l' altro di questi provedimenti non sia praticabile, è irrimediabile il male: (4) *La divisione del fiume in più rami*, che portino l' acqua ad interrire regolatamente, prima le parti superiori della palude, e dopo le inferiori: (5) *Gli argini laterali al fiume*, che impediscano l' espansioni sopra i fondi sufficientemente bonificati: (6) *Il mantenere il ramo principale del fiume nel mezzo della palude*, acciò la bonificazione possa farsi nell' istesso tempo egualmente da una parte, e dall' altra, e non si chiuda mai l' esito all' acque chiare della medesima. [7] *Il dar l' acqua limosa alle bonificazioni arenose*, per dare loro quella fertilità, che non è propria della sola sabbia: (8) *Il salvare qualche picciolo corpo di palude*, quando si conosce necessario, per dare ricetto agli scoli de' terreni superiori, e molte volte anche a quelli della bonificazione, compita che sia. (9) *In caso, che i più fiumi sbocchino nella palude medesima, si deono, per quanto è possibile, tenere separate le alluvioni di ciascheduno*, per non impedire lo scarico agli scoli intermedj. (10) *Quando l' alzamento del fondo superiore del fiume arrivi ad impedire lo scolo de' terreni*, che non possono averlo ad altra parte, che in esso; e non si possa impedire in modo alcuno, che continuando l' alzamento non si rendano paludosi, *bisogna divertire il fiume dalla palude, e restituirlo al suo corso primiero*, acciocchè escavandosi nuovamente il di lui fondo, si rimettano i terreni superiori in buono stato, [11] *Quando il fiume inalveandosi per la palude, necessariamente debba così alzarsi di fondo, che non possano scolare in esso i terreni bonificati, bisogna pure divertirlo*. (12) *Alzato che sia il terreno, in maniera che possa avere*, e mantenere *lo scolo necessario, bisogna divertire l' acqua torbida*, o arginando il fiume, quando sia capace di essere inalveato, senza danno de' terreni superiori, per la palude medesima: o pure dargli altro sbocco, ed inviarlo a termine più reale, *essendo affatto impossibile, che un fiume di tal natura possa da se medesimo interamente inalvearsi fra le proprie alluvioni*. Dd 4 Ciò,

Ciò, che s'è detto delle bonificazioni fatte a fiume aperto nelle paludi, si dee proporzionabilmente intendere di quelle, che alle volte si pretendono fare col lasciare aperte lungo tempo le rotte de' fiumi, nelle quali in oltre è d'avvertire, che de' terreni bagnati dalle rotte, altri s' alzano molto, ma di materia cattiva; e sono quelli, che soggiacciono immediatamente alle rotte medesime, ne' quali anche si formano gorghi, e canali, che rendono disuguale il piano della campagna; altri s'elevano meno, ma di terra migliore, e sono i situati in mediocre distanza dalla rotta stessa; ed altri finalmente, ricevendo l'acque chiarificate, non s'alzano d'alcuna maniera, ma solo per l'inondazione s'insterilifcono, e sono i più lontani. Effetti perniciosi di questa sorta di bonificazioni, sono l'intersecazione degli scoli; l'interrimento de' medesimi, e de' fossi delle campagne; la perdita delle case, e degli arbori; e il danno, che s'apporta a' terreni (e sono la maggior parte) che senza ricevere alcun benefizio di alzamento, o d'alluvione, restano privi delle raccolte per lungo tempo; e se l' acqua della rotta non troverà esito proporzionato, si formerà una palude, la quale caderà sotto le considerazioni precedenti.

Più innocenti perciò, e di *maggiore utilità*, *sono le bonificazioni regolate*, che si fanno prendendo l'acqua da' fiumi, o canali torbidi, ed introducendola in que' siti, che si vogliono bonificare; e in ciò pure si debbono aver alcune avvertenze. Prima: *Deesi avere una buona chiavica nella sponda del fiume*, che possa ricevere l'acqua più, o meno abbondante, a misura del bisogno, ed in sito, che non sia battuto dal filone, sì per la tema, che possa accadere una rotta in quel sito; sì anche, acciocchè per la chiavica non entrino rami d'arbori, che, attraversandosi impediscano o l' entrata dell' acqua, o l'abbassamento della porta di essa, occorrendo; o pure partoriscano altri cattivi effetti. (2) *Immediatamente dopo la chiavica*, *si dee preparare un canale arginato al pari degli argini del fiume*, per lo quale si riceva l'acqua torbida, e s'introduca nel sito da bonificarsi. [3] *Questo sito si dee circondare d' argini*, acciocchè dentro la circonferenza di essi, l' acqua possa rendersi stagnante, e deporre la terra portata: tal circonferenza dee racchiudere il maggior sito, che sia possibile, purchè proporzionato alla quantità della torbida, che può essere somministrata dalla chiavica, e con tal mezzo si fa un gran risparmio di spesa. (4) *Si ha d' avere luogo preparato*, *dove scolare l' acqua*, *chiarificata* che sia, e non prima; siasi, o canale, o palude, o scolo pubblico. (5) Per buona regola, si dee osservare *di bonificare prima i terreni immediatamente contigui all' argine del fiume*, e bonificati questi, progredire colla bonificazione a' più lontani. Con ciò s' assodano gli argini del fiume, anzi si viene ad incassare il fiume fra gl' interrimenti; e conseguentemente con più sicurezza si può proseguire a valersi dell' uso della chiavica. Similmente è anche bene di *cominciare a fare le bonificazioni ne' terreni più alti*, cioè più lontani dallo sbocco del fiume, e da questi *passare immediatamente a' più bassi*; perchè con ciò si ha più libero, e aperto l'esito all'acque chiare. [6] Se il canale derivato per la chiavica predetta, porterà abbondanza di acqua, *si possono intraprendere in un tempo medesimo bonificazioni in più luoghi*, diramando l'acqua dal canale maggiore, e portandola per altri minori, dove occorre. (7) Se la bonificazione dovrà farsi in altezza considerabile, *potrà sul principio introdursi per la chiavica la torbida dal fondo del fiume*; perchè portando arena grossa, più presto si farà l'alluvione: ma quando questa sia arrivata ad un' altezza conveniente, e similmente quando il terreno da bonificarsi ricerchi poco alzamento; allora è meglio situare la soglia della chiavica, alta sopra il fondo del fiume

me a proporzione. (8) Perchè i terreni bonificati, benchè asciugati dal Sole, restano nondimeno molto porosi, e perciò, ridotti la prima volta a cultura, s'abbassano considerabilmente; quindi è, che per condurli ad un perfetto stato di bonificazione, fa di mestieri *alzarli con nuove torbide fino a quel segno, che probabilmente si crede dovere bastar loro, perchè siano capaci di buono scolo;* anzi se il fiume, che somministra le torbide, andasse alzandosi di fondo per lo prolungamento della linea, e che il sito, nel quale debbono avere lo scolo, s'andasse altresì elevando, converrebbe, di tempo in tempo, far correre le chiaviche della bonificazione, e andare rialzando i terreni di già bonificati. [9] *Interrendosi i canali della bonificazione*, come ben spesso succede per la poca caduta, che hanno, *debbono di nuovo scavarsi*, perchè ricevano acqua abbondante dal fiume; se pure non si desse il caso, che in quel tempo si avesse bisogno d'acqua torbida senza arena; posciachè allora l'interrimento del canale serve ad escludere *l'acqua del fiume* vicino al fondo, e a ricevere solamente *la più superficiale, che suol essere gravida di solo limo*. (10) *Se gli argini* delle bonificazioni *saranno a livello con quelli del fiume*, allora *torna l'istesso, o si chiuda, o si tenga aperta la chiavica, dopo riempiuto d'acqua tutto il sito circondato dagli argini*, purchè i medesimi non minaccino qualche rottura; ma *quando fossero più bassi*, assolutamente, *ripieni che siano di torbida i siti da bonificarsi, dee serrarsi la chiavica*, acciocchè sopravvenendo maggior copia d'acqua, non trabocchi sopra gli argini delle bonificazioni. E' però bene sempre serrarla, e in un caso, e nell'altro. (11) *Quando si tratta*, non tanto di alzare, quanto *di migliorare terreni, si dee osservare la qualità della torbida portata dal fiume*, trovandosene di quella, che in cambio di rendere fertili, insterilisce i fondi, sopra de' quali si depone. [12] *Quando non si abbia altro comodo di scolare l'acqua chiarificata, ciò può ottenersi*, il più delle volte, *nel sito inferiore del fiume medesimo*, per un'altra chiavica destinata, non a ricevere le torbide, ma a trasmettere le chiare nel di lui alveo, la quale, fatta che sia la bonificazione superiore, potrà servire a bonificare i terreni inferiori. (13) *Se si fosse affatto senza luogo, dove scolare dett'acque chiare, non per questo si dee tralasciare di fare la bonificazione;* poichè tra l'imbeversi, che fa d'acqua il terreno, e tra l'evaporazione, la quale continuamente succede, anderà abbassandosi il livello dell'acqua, e potrà dar luogo a nuova torbida, finchè, fattosi tanto alzamento, che basti, si possa rimettere, cessata la piena, nel fiume medesimo, per lo stesso canale, e per la medesima chiavica, l'acqua chiara della bonificazione. (14) *Lo scolo di quest'acque chiare*, quando si possa avere in qualch'altro luogo, che nel fiume, dal quale prima partirono, *si promuove con un taglio fatto nell'argine della bonificazione*, che, terminata l'escolazione, si deve subito tornare nello stato di prima; o pure è meglio valersi *d'una chiavichetta fatta in sito proporzionato*, da aprirsi, e serrarsi conforme il bisogno. (15) *Non avendosi terra sul principio, per fare gli argini accennati* al num. 3. *si può lasciare correre la chiavica senza di essi per qualche tempo*, sin tanto che gli interrimenti, i quali succederanno, ne somministrino il commodo, e la materia; allora poi bisogna constituirli, secondo le regole già dette.

Coll'osservanza di queste regole si faranno le bonificazioni con maggior spesa sì, ma con effetto anche più sollecito, rispetto a una parte di terreno circondata da' suoi argini, la quale ridotta a perfetta bonificazione, e cultura, restituisce in poco tempo, col frutto, le spese fatte. Vero è, che tutto il corpo del terreno da bonificarsi richiede lungo tempo a perfezionarsi, quando abbia della vastità considerabile; ma deesi ben *preferire*

la si-

la sicurezza, e l'indennità de' vicini, accompagnata dal vantaggio di dare buon fondo alle bonificazioni fatte in questa maniera, *alla brevità del tempo, con che si bonificano i siti a fiume aperto;* i quali poi anche non possono chiamarsi interamente bonificati, prima che il fiume non sia stato rimesso nel suo antico alveo, o non si sia stabilito, e regolato il di lui corso fra le bonificazioni, alle quali riesce sempre di danno; oltrechè, *se si vuole abbreviare il tempo alle bonificazioni regolate, possono mettersi in pratica più chiaviche*, l'una dopo l'altra, e tante, che assorbiscano tutta l'acqua del fiume. Ma il fine più desiderabile si è, che *a questa maniera s'alzano i terreni superiori, e laterali al fiume, prima, o nell'istesso tempo, che gl' inferiori, e più lontani*, e la campagna tutta, bonificata che sia, viene ad acquistare un pendio eguale a quello, che ha la cadente del pelo del fiume, levando in gran parte la necessità degli argini coll'incassazione, che succede al fiume medesimo, che è uno de' più potenti rimedj, che si possano avere, per impedire le inondazioni, e per dare buono scolo alle campagne: laddove *le bonificazioni a fiume aperto possono bene elevare i siti più bassi; ma nell'istesso tempo tolgono lo scolo alle campagne più alte*, e rendono paludosi molti siti, che prima erano fruttiferi. La facilità ancora, che s'ha di maneggiare i canali delle bonificazioni regolate, fa, che si riempiano tutti i siti bassi, e che si possa scavare, o lasciare un buono, e facile scolo per li terreni più alti, il quale è altrettanto necessario a questi, quanto alle bonificazioni medesime, per iscarico delle loro acque, tanto nel tempo, che si fanno, quanto dopo che siano perfezionate.

Ridotta, che sia una bonificazione al suo ultimo stato, si dee provederla di scolo per l'acque delle piogge; ma circa questo particolare non credo doversi quì aggiungere cosa alcuna, oltre ciò, che è stato detto, trattando degli scoli nel *Cap. XI.* Solo voglio avvertire, ch'è necessario di pensarvi, prima d'intraprendere la bonificazione; posciachè le fosse pubbliche di scolo, in questi casi, sogliono essere quelle, per le quali prima si scolavano le bonificazioni; e perciò il pensiero, che l'Architetto si prende per ben situare, e regolare queste, serve ancora per quelle.

CA-

CAPITOLO XIV.

Delle confiderazioni da averfi, quando fi vogliono fare nuove inalveazioni de' fiumi.

E L'inalveazione de' fiumi, qual ora fi debba fare colle regole dell' arte, non colle forze della natura, una delle più difficili operazioni, che accadano ad un Architetto d' acque; fiafi, o perchè, ad effetto d'intraprenderla con metodo, fi richieda una perfetta cognizione teorica: o pure perchè pochi fiano nel mondo gli efempj di tali intraprefe, da' quali poffa dedurfene quel lume, che bafta per non inciampare, come talvolta è fucceduto, in errori graviffimi, che hanno renduta inutile la fpefa di fomme immenfe di denaro, ed obbligati i popoli a defiftere dall' imprefa, perchè l'efperienza ne ha moftrata l' infuffiftenza, e il danno: ed in fatti fi vedono, anche a noftri giorni, come diffe Tacito della foffa propofta da Severo, e Celeno, cominciata a fare fcavare da Nerone dal monte Averno ad Oftia, fi vedono, dico, fparfe in diverfe parti della terra, *veftigia irritæ fpei*. Quindi è, che noi averemmo creduto di mancare gravemente al debito, che hanno tutti gli uomini, di comunicare, e contribuire alla pubblica felicità i proprj trovati, fe in quefto Trattato ci foffimo aftenuti dal difcorrere d' una materia così importante; e dal donare al mondo la notizia di quegli avvertimenti, che le occafioni, l' efperienza, e le dimoftrazioni propofte ne' precedenti Capitoli, ci hanno fatto credere, doverfi avere, quando fi hanno fimili Propofizioni da efaminare, prima di rifolverle; sì per non impegnare i Popoli a fpefe inutili; sì per non renderli foggetti, con nuove operazioni mal penfate, a graviffimi danni, che molte volte tirano feco l'efterminio d' intere Provincie. Io entrerò dunque a darne in fuccinto gli avvertimenti, che crederò neceffarj da averfi ne' cafi accennati; ma non mi eftenderò già a provare, ad uno ad uno, la verità de' medefimi, dipendendo quefta immediatamente da ciò, che finora è ftato detto negli antecedenti Capitoli, e particolarmente nel Quinto, in propofito delle cadute ec. che è il punto più effenziale da confiderarfi.

Le mutazioni, adunque, *di alveo*, che fi fanno a' fiumi, fono di più forte; ma tutte *fi poffono ridurre a due capi*. Poichè, o fi tratta *di mutar l'alveo fenza mutare lo sbocco*, o pure *di portare il fiume a sboccare in un luogo diverfo da quello, dove prima aveva la foce*. Quelle, che fi fanno fenza mutazione di sbocco, per lo più s' intraprendono a fine di allontanare il fiume da qualche fito, al quale colle corrofioni, o in altra maniera, pregiudica; ed alcune volte per avvicinarlo ad altri, a' quali dee fervire per diffefa, o apportare qualche altro vantaggio. Queft' ultime mutazioni fi chiamano *Tagli*, e fi fanno con ficurezza d' efito, quando vi concorrano le neceffarie circoftanze. (1) La prima è, che *la via*, o linea *del taglio fia più breve di*

quel-

quella, che dal punto dove comincia, a quello dove termina, è fatta dal corso del fiume; quindi è, che i tagli distesi in una linea *sola*, godono d' una prerogativa essenziale per riuscire giovevoli, e sicuri. (2) Che *il filone superiore del fiume sia ricevuto a dirittura dalla bocca del taglio*, altrimenti, non ostante la brevità minore della linea, il fiume da se non v' entrerà con quell'impeto, ch'è necessario per mantenervi il corso, allargarlo, ed escavarlo; ma piuttosto di nuovo l'interrirà, e sarà gettata la spesa (3) Che *il terreno, per lo quale si dee fare il taglio, sia facile ad essere corroso;* perchè in altra maniera, incontrandosi tali e fondo, e sponde, che dalla violenza dell'acqua introdotta non possano essere corrose; può ben darsi il caso, che si derivi un canale d'acqua della grandezza, che si vorrà, ma non per questo si muti l'alveo antecedente del fiume; se pure la larghezza, e profondità del canale non si faccia eguale a quella del fiume.

In queste condizioni basta scavare un canale per la linea disegnata, largo venticinque, o trenta piedi (ed in alcuni casi anche meno, bastando, che l'acqua possa cominciare ad avervi corso) e di profondità conveniente, comunicante dall' una parte, e dall' altra col fiume, al quale si vuole mutare l'alveo; poichè nelle prime piene comincierà ad allargarsi, e profondarsi, e col tempo renderassi alveo di tutto il fiume; e a misura del di lui allargamento, e profondamento, anderassi perdendo, cioè ristringendo, ed elevando di fondo, col benefizio delle alluvioni, l'alveo vecchio del fiume, sino ad essere abbandonato quasi affatto dall'acqua, che con un piccolo arginello di terra, fatto in luogo conveniente, affatto si divertirà dal sito antico.

Ne' fiumi, che corrono in ghiaia, non sono di esito sicuro i tagli; perchè essendo di loro genio particolare il mutar corso di quando in quando, cambiandolo da una parte all' altra, per le cagioni addotte a suo luogo; rade volte s'incontra di goderne lungo tempo il benefizio, il quale può essere così grande, che si abbia a desiderare di ottenerlo, anche temporaneo, e con azardo. Ma *ne' fiumi, che hanno il fondo arenoso, sono di più lunga durata;* ed anco si conservano perpetuamente, quando s'abbia la dovuta attenzione a mantenerli in dovere.

Incontrandosi, che il filone del fiume non entri tanto bene, quanto basta, nella bocca del taglio, riesce *utile la multiplicazione delle bocche, e de' canali sul principio*, facendoli tutti in sito, il più, che sia possibile, esposto alla corrente; e ciò, non solo per facilitare maggiormente l' ingresso all' acqua; ma ancora, perchè può darsi il caso, che il filone dell'acqua bassa, ne imbocchi uno; quello della mezzana, un altro; e quello della piena, un altro; di modo che in tutti gli stati del fiume diasi luogo facile all' ingresso dell'acqua, e conseguentemente si faccia tale allargamento; che poscia renda il taglio idoneo a ricevere a dirittura tutta la corrente; al qual fine concorrono ancora le intestature, o palificate basse, piantate poco di sotto alle bocche del taglio; perchè l' impedimento, ch'esse fanno, serve molto a far voltare l'acqua per le bocche medesime.

Se la strada, che si vuole far prendere al fiume, sia più lunga dell' antica, e per conseguenza di minore caduta, non si potrà ottenere l'intento, che a forza d' una buona imboccatura del filone, che molte volte anche riesce inutile, senza l'aiuto di qualche ostacolo inferiore, il quale obblighi l'acqua a prendere la strada, che si desidera; e non mai forse arriverassi all'intento di divertire il fiume totalmente, senza intestare l'alveo vecchio di tal maniera, che l'altezza maggiore delle piene non possa superare l'intestatura.

Quan-

Quando l'acqua del fiume sia sempre chiara, come che questa non porta materia, colla quale possa interrire l'alveo antico, può ben darsi il caso, che il corso dell' acqua s' introduca nell' alveo nuovo anche per la maggior parte; ma non già, ch'abbandoni del tutto la strada antica, se non si fabbrica l'intestatura sopraddetta; è ben vero, che lo smagrimento dell'acqua, la velocità sminuita, e la diversione, ch' ella ha per l' alveo nuova, può renderne più facile la costruzione.

Incontrandosi nell'escavazione del canale, terra resistente, e tale da non cedere alla forza del fiume (accidente, che rade volte accaderà) fa di mestieri preparare l'alveo in quel sito di tutta larghezza, e profondità, senza sperare alcun benefizio dall' introdurvisi il fiume; ma succedendo questo caso, forse porterebbe tanto dispendio da non intraprendere l' escavazione.

Quanto poi alla diversione de' fiumi, accompagnata dalla mutazione degli sbocchi, che si chiama *nuova inalveazione*, si debbono *distinguere due casi*; il primo si è, quando l' acqua, che dee introdursi nell' alveo nuovo, ha da condursi al suo termine, senza mescolanza di nuove acque; e il secondo, quando dee ricevere, per istrada, l' influsso di altri fiumi.

Nel primo caso l' impresa è assai facile; perchè il fiume medesimo insegna le qualità, che ha d' avere il nuovo alveo, spettanti alla larghezza, altezza di ripe, ed escavazione; ma però dee considerarsi il termine, al quale si vuole portare il di lui sbocco, e la lunghezza della strada, che se gli assegna. Perciò avanti di risolvere circa la possibilità nell' opera, e circa la sussistenza de' vantaggi, che se ne vogliono ricavare, *deono* (1) *ponderarsi le condizioni tutte dell' alveo vecchio*, e considerare, quali siano quelle, che consigliano la mutazione del letto; perchè non essendo esse per migliorarsi, sarebbe inutile l' intraprenderla. (2) Se il fiume ha l' alveo stabilito, bisogna *fare un' esatta livellazione della di lui declività*, con avvertire alle mutazioni, che alla medesima possono accadere, a causa, o della materia, che porta in siti diversi, o dell' influsso di altri fiumi, che a lui s' uniscano nelle parti inferiori. (3) Si debbono *misurare le sezioni del fiume* stesso, prima che patisca alcuna alterazione da altri fiumi influenti, ad effetto di accertarsi della larghezza dell' alveo, e dell' altezza delle ripe, che addimanda; avvertendo di non prenderle in sito di rigurgito, qual volta egli vi sia soggetto. [4] Si dee *livellare la campagna per quella linea, per la quale si pretende formare il nuovo alveo*, fino al termine, al quale si vuole sboccarlo, e quivi *accertarsi della massima bassezza di questo*; come per esempio, se è il mare, del sito, al quale il medesimo s' abbassa nel riflusso; e se è un altro fiume, del termine dell' acqua bassa, essendo perenne, o pure del di lui fondo, qualora sia temporaneo. (5) Quando il nuovo alveo abbia da sboccare in acqua perenne, si dee *cercare, se nel contorno v' è altro fiume, il quale, presso a poco, sia della stessa grandezza*, e qualità di quello, che si vuole inalveare, e scandagliare in esso, quale altezza d' acqua il medesimo abbia al suo sbocco, in tempo d' acqua bassa del recipiente, coll' avvertenza di sfuggire i gorghi, che accidentalmente vi si fanno. [6] E' necessario di *ponderare la caduta, che ha il fondo del fiume nel principio della nuova inalveazione sopra il fondo, che dee avere lo sbocco*, il quale sarà tanto più basso della superficie dell' influente, quanto si sarà trovato essere quello dell' altro fiume sopradetto; e trovando caduta minore di quella dell' alveo vecchio, sarà difficile, che, in vece di ricavare vantaggio dalla nuova inalveazione, non se ne riportino danni maggiori de' primi; ma, trovandola eguale, o maggiore, si dee osservare, come la medesima s' accomodi alla

alla superficie della campagna. (7) E perciò, si dee *delineare il profilo della campagna livellata*, colle sue misure di altezza, e lunghezza, e sopra di esso descrivere la linea cadente del fondo della nuova inalveazione, cominciando dalla parte inferiore; cioè, dal fondo, che si pretende dover essere quello della foce, e continuandola all'insu colla stessa inclinazione, che ha quella del fiume vecchio. In questa operazione si troverà, quale, e quanta debba essere l'escavazione sotto il piano di campagna; se il fondo del fiume cammini in alcun luogo sopra di esso; se abbia bisogno d'argini, o se sia per correre incassato; e perciò se sia per portare nocumento agli scoli delle campagne, in caso, che ne venisse intersecato qualcuno; se i medesimi debbano essere obbligati alla suggezione delle chiaviche, o pure aver esito nell'alveo nuovo con foce aperta; ed in sustanza *paragonando le condizioni dell'alveo nuovo con quelle del vecchio, facilmente si conoscerà l'utile, che se n'è per ricavare*, e se questo meriti la spesa dell'operazione. [8] Se il termine della nuova inalveazione è un altro fiume, bisogna *mettere a conto l'escavazione del fondo, che dee succedere al fiume recipiente, e quella, che dovrà succedere nell'alveo del nuovo fiume, a causa de' rigurgiti*, le quantità delle quali due escavazioni non si possono esattamente determinare; ma è certo, che influiscono nell'abbassamento dello sbocco; e conseguentemente di tutta la linea cadente del fiume nuovo; e facendosi lo sbocco al mare, si dee pure *far capitale degli effetti del flusso, e riflusso*, che sono già stati annoverati a suo luogo, particolarmente quando la foce sia ben disposta, e non impedita da' venti. (9) Occorrendo di munire con argini la nuova inalveazione, *si determini l'altezza di essi da una linea tirata dalla parte inferiore all'insù*, che dee cominciarsi poco sopra il pelo più alto del recipiente, e mantenersi sempre superiore all'altezza, che può avere il fiume nelle sue piene; e perchè queste riescono meno declivi di superficie per tutto il sito, che risente il rigurgito del recipiente; perciò vicino allo sbocco possono essere gli argini, anch'essi, meno inclinati; ma più lontano debbono, presso a poco, secondare col loro piano superiore, la cadente del fondo dell'alveo. [10] *La distanza degli argini si desume dal fiume vecchio*, se pure l'esperienza non avesse mostrato, ch'essa fosse, o maggiore, o minore del bisogno; ma *vicino allo sbocco deesi ben' avvertire di tenerli abbondantemente distanti l'uno dall'altro*, a riguardo delle mutazioni di sito, che per cause accidentali possono avvenire allo sbocco medesimo; particolarmente, quando non s'incontra di eleggerlo buono sul principio. (11) *La larghezza dell'escavazione può determinarsi in due maniere;* perchè, se si pretende di voltar il fiume tutto in una volta per l'alveo nuovo; allora bisogna darli la larghezza, ch'è propria del fiume vecchio; e ciò è necessario, quando, o la lunghezza dell'alveo nuovo sia maggiore di quella del vecchio, ed eguale la caduta dell'uno, e dell'altro; o il filone del fiume non imbocchi bene la nuova escavazione; ed in tal caso bisognerà intestare il fiume vecchio poco sotto l'imboccatura del nuovo, per obbligare l'acqua a corrervi dentro; ma quando il guadagno della caduta fosse considerabile, e eguale, o minore la lunghezza della strada; ed inoltre, quando il filone entrasse a dirittura nell'alveo nuovo, basterebbe escavare l'alveo per la quinta, o sesta parte [più, o meno secondo le diverse condizioni ec.] della larghezza naturale del fiume; perchè cominciando a correre l'acqua dentro l'alveo nuovo, e trovandovi facilità di corso, col tempo se lo proporzionerà al bisogno, e interrirà l'alveo vecchio.

Tutto ciò si dee intendere rispetto a' fiumi torbidi; poichè *quelli, che portano acque chiare, basta, che abbiano apertura al termine inferiore, e non siano più*

no più bassi di superficie del medesimo per potervisi portare. Quanto però alla larghezza degli alvei, all' altezza, e distanza degli argini, e alla facilità del corso, non sono diversi gli uni dagli altri: si dee però considerare la possibilità degl' interrimenti, anche ne' fiumi d' acque chiare, per la corrosione, e dirupamento delle ripe, escavazioni di gorghi ec. e la morale impossibilità di escavarli, interriti che siano, e perciò non torna il conto d' azzardarsi con difetto di caduta, a fare nuove inalveazioni di gran lunghezza, e larghezza; particolarmente quando l' acqua è perenne, e non si ha dove divertirla, in occasione di voler espurgare i fondi interriti.

Quando *l inalveazione nuova* ha da essere *destinata a ricevere più fiumi*, che dentro vi scorrano, e abbiano foci diverse, debbono distinguersi due casi. Perchè, o i fiumi sono di simile, o di differente natura: sono di simile natura quelli, che nelle confluenze portano materie omogenee; e di differente natura sono quelli, de' quali la materia portata sino alle foci, è di sostanza diversa.

Se si darà il caso, che i *fiumi da unirsi in un solo letto portino tutti materia omogenea* [per esempio, arena ec.] nel sito dell' unione; e che quello, che ha da ricevere gli altri, abbia caduta, e forza sufficiente a spingerla sino al suo termine, e che la situazione della campagna concorra a mantenerlo incassato, sarà di esito sicuro la nuova inalveazione; perchè essendo l' unione di più acque correnti cagione di maggiore profondità negli alvei, e di maggiore bassezza nelle massime piene; ed inoltre rendendosi con ciò minore la necessità della caduta dell' alveo; manifestamente ne segue, che *quel pendio, che basta ad un solo fiume, sarà tanto più bastevole a molti uniti insieme;* e se il piano di campagna può tenere incassato il primo, potrà essere molto più capace di tenerne incassati molti; anzi, quando nell' inalveazione di un solo fiume, si potesse dubitare di qualche piccolo danno dipendente dalla soverchia altezza del fondo; l' accoppiamento di altri potrebbe esserne il rimedio. Solo resta in questo caso incerta la larghezza dell' alveo, la quale, dipendendo dalla natura del terreno, più, o meno facile da cedere al corso del fiume e dall' abbondanza dell' acqua del medesimo, non si può esattamente determinare; nulladimeno non vi potrà correre grande sbaglio, se si avvertirà a ciò, che succede in casi simili a quello, che si ha tra le mani; oltrechè, se si ha bisogno d' argini, basta abbondare nella loro distanza piuttosto, che mancare; e se questi non saranno necessarj, l' elevazione, che farà la terra scavata dall' alveo nuovo, e gettata sulle sponde di esso, potrà servire di riparo, occorrendo, alle espansioni del fiume, sin tanto che, acquistando il fiume da se larghezza dovuta alle sue circostanze, si averà proporzionato l' alveo.

Si dee in oltre riflettere, che *la nuova inalveazione può esser cagione, che i fiumi influenti in essa, benchè prima portassero materia omogenea, comincino poscia a portarla eterogenea.* Ciò potrà succedere, quando il fondo dell' influente, nel sito, dove fosse intersecato dal nuovo alveo, restasse molto superiore alla linea cadente del fondo dell' inalveazione, e che dovendo abbassarsi, aggiungesse caduta considerabile al suo letto superiore, il quale perciò si rendesse idoneo a spingere la ghiaia nell' alveo nuovo, sebbene prima non ne portava; il che accadendo, potrebbe esservi qualche dubbio di buon' esito, e averebbero luogo delle considerazioni ulteriori. Quindi è, che per accertarsi, che i fiumi uniti si conservino sempre della stessa natura, è necessario tal sito per l' inalveazione, che, quando anche s' accrescesse la caduta ad alcun fiume influente, non possa sensibilmente mutarsi la di lui natura nella confluenza; o pure quando la necessità ricercasse l' elezio-

ne di

ne di sito diverso, bisognerebbe provvedervi con fabbriche di muro, a modo di chiuse, o cateratte, atte a sostentare il fondo del fiume allo sbocco, e ad elevarlo anche qualche poco di più, se si ha dubbio, che la velocità dell' acqua cadente dalla chiusa, possa rapire dalle parti superiori materia pesante, e portarla nel nuovo alveo.

Al contrario, se il fiume influente avrà, nel sito dell' introduzione, il fondo considerabilmente più basso della cadente della nuova inalveazione, egli è evidente, che dovrà alzarsi allo sbocco, sino al sito, ch' è dovuto alla natura delle foci, e che in conseguenza interrirà il proprio alveo sino a quel segno. Quindi è, che prima di fare simili operazioni, non solo è necessario di considerare il sito dell' alveo nuovo; ma inoltre quello di tutti i fiumi influenti, per assicurarsi, se, fatta che sia l'inalveazione, siano i loro letti per elevarsi, ed interrirsi, o per abbassarsi, ed escavarsi: e ciò a fine di trovare i rimedj opportuni alla qualità degli sconcerti, che nell' uno, e nell' altro caso fossero per succedere. Per altro, anco *in questa sorte d' inalveazione sono necessarj tutti gli avvertimenti, e regole addotte di sopra, per l' inalveazione d' un fiume solo.*

Quando i *fiumi* siano *di differente natura*, è d' uopo distinguere più casi; perchè, se i fiumi superiori porteranno materia più pesante degl' inferiori, come sarebbe a dire, se il fiume principale portasse ghiaia grossa; il primo influente più minuta; il secondo anche più minuta; e così gradatamente sino agl' inferiori, che portassero sola arena, o limo; in tali circostanze (se, per tutto lo spazio, nel quale i fiumi portano ghiaia, vi sarà caduta eguale a quella, che ha d' avere il fiume principale, nel principio della nuova inalveazione: e da lì in giù, eguale a quella, che ha il fiume predetto in sito, dove corre in arena; e che concorrano tutte le altre circostanze per una utile, e buona operazione) si potrà assicurare della buona riuscita di essa. La ragione, anco in questo caso, è manifesta; perchè, se il fiume principale potrebbe portarvisi da se medesimo, maggiormente potrà farlo, unito che sia con altri; tanto più, che si suppone la caduta idonea a spingere ghiaie più grosse per tutto il tratto, nel quale i fiumi influenti possono portare la ghiaia nel nuovo fiume; e sebbene si può dubitare, che l' unione di più acque possa spingerla più giù di quello, che si figura; ciò non ostante però, questo difetto sarà probabilmente compensato dalla caduta, che nell' unione di più fiumi richiedesi minore di quella, che si suppone convenire ad un solo; e dalla diminuzione delle ghiaie, che tira seco la necessità di minore pendio. *Questo* però *è un punto da considerarsi sul fatto*, e che richiede un giudizio ben pesato, per fare un' aggiustata compensazione degli eccessi, e de' difetti.

Ma quello, che porta seco maggiore difficoltà, e che non può accertatamente praticarsi, se non quando si ha caduta esorbitante, ed altezza di piano di campagna considerabile, si è il *caso*, *nel quale i fiumi influenti portino materie più pesanti di quelle del fiume principale*, *nel punto dell' intersecazione*. Poichè egli è certo, che, quando anche la caduta del nuovo alveo fosse tanta, che bastasse per lo corso del primo fiume, che v' entra; non perciò si può con sicurezza concludere, che possa bastare per tutti; atteso che, se i fiumi inferiori vi porteranno dentro ghiaia grossa, che faccia in esso qualche elevazione, può essere, che questa sia tanto grande, che tolga la caduta al fiume principale, e l' obblighi perciò ad elevarsi di fondo; potendo ben giovare l' unione dell' acqua a fare, che la materia deposta non renda l' alveo tanto declive, quanto richiede d' essere quello dell' influente; ma non già ad impedirne affatto la deposizione, la quale in certi ca-

ti casi, potrebbe essere tanto grande, che facesse elevare il fondo del nuovo alveo sopra 'l piano delle campagne. Lo stesso può succedere al primo fiume influente per le deposizioni del secondo; al secondo per quelle del terzo, e così successivamente, finchè s'arrivi ad uno, la cui caduta al suo termine basti (senza far nuovo alzamento, o tale di sormontare le ripe) per ispingere le ghiaie proprie fino al termine prescritto loro dalla natura, e per farlo correre felicemente allo sbocco.

Per assicurarsi della quantità dell'alzamento di fondo, ch'è per seguire in questi casi, *sarebbe necessario d'inventare un metodo di delineare le linee cadenti del fondo de' fiumi uniti, in ogni possibile circostanza*; ma questo finora non è stato tentato, nè trovato da alcuno: e forse, se non è impossibile, almeno è tanto difficile, che moralmente può equipararsi allo stesso impossibile. Quindi è, che mancando una regola certa per fare inalveazioni di questo genere, si ha bisogno di cercare altri mezzi per potere, se non certamente, almeno con molto di verisimilitudine, giudicare della loro possibilità.

Pare assai conforme alla natura, ed alle osservazioni, le quali si sono fatte de' fiumi, che le ghiaie introdotte in un fondo orizzontale, non possano essere trasportate all'ingiù per qualunque forza d'acqua corrente; e di fatto non si vede, che i fiumi reali ne portino di sorte alcuna al loro sbocco; anzi io ho sempre creduto, come ho motivato in altro luogo, che la cagione, per la quale il Po ha stabilito il suo alveo per mezzo della gran pianura della Lombardia, sia stata, che i fiumi influenti dall'una, e dall'altra parte, colla deposizione delle materie ghiaiose, lo abbiano impedito di stabilirsi in altro luogo, che in quello in circa, dove egli corre al presente; ed in fatti si vede, che tolto quel tratto del di lui alveo, per lo quale corre sul fondo continuatamente ghiaioso, non riceve più da alcuno de' fiumi influenti altra materia, che arenosa. Quindi pare, che si possa raccogliere, che *le cadenti de' fiumi in ghiaia, quantumque abbondanti d'acqua, desiderino qualche declività*, la quale probabilmente dee essere maggiore di quella, ch'è dovuta a' fiumi mediocri, che corrono in arena; cioè a dire più di quindici, o sedici once per miglio, e tanto maggiore, quanto i fiumi sono più scarsi d'acqua, e le ghiaie più grosse. Egli è poi certo, che le cadenti superiori debbono appoggiarsi sopra le inferiori; cioè a dire, che, siccome la cadente ultima del fiume viene regolata dalla bassezza dello sbocco, così il termine di quella, che è immediatamente superiore a questa, si regola dall'altezza dell'ultima nel suo principio, e così successivamente. Quindi è, che quando nelle parti inferiori d'un fiume sia necessaria molta declività, ragionevolmente può dubitarsi, che 'l piano di campagna non possa sostenere l'inalveazione; e perciò nell'ultimo caso addotto, è più da dubitarsi di sinistro esito, che da sperarsi buona riuscita.

Un sol metodo v'è, che possa dare qualche barlume in materia così ardua, ed è di *considerare l'inalveazione gradatamente, come se si dovesse inalveare solo l'ultimo fiume al termine preteso*, e vedere ciò, che sia per riuscire: indi figurandosi fatta questa inalveazione, qual volta sia ella possibile, o in istato da potere migliorarsi coll'unione d'un altro fiume, cercare, qual esito avrebbe l'introduzione del fiume immediatamente succedente, nell'alveo del già detto; e parendo, che questa sia riuscibile, passare alla considerazione del terzo, e così successivamente fino al fiume principale; e quando si trovasse, che, ad uno ad uno, dessero speranza di buona riuscita, allora, in caso di precisa necessità, potrebbe farsi l'inalveazione del fiume inferiore, e aspettarne il successo, il quale corrispondendo al figurato,

si po-

si potrebbe passare all'inalveazione dell'altro; e così proseguire, osservando sempre, prima d'intraprendere nuova operazione, il successo della precedente; e trovando qualche effetto non pensato a svantaggio dell' inalveazione, segno sarà di essere arrivato a quel termine, che la natura permette: e conseguentemente non sarà buon consiglio l'avanzarsi più oltre.

La considerazione dello stato della campagna, per la quale si pretende far passare il nuovo alveo: dell'altezza, e declività della medesima: del modo, con che ella è stata fatta, cioè, se naturale, o fatta dalle alluvioni: degli effetti de' fiumi, i quali la bagnano: delle loro circostanze: della situazione degli scoli, e loro termini: e molto più il riflesso ad altre operazioni di simil natura, qual volta se n'abbia l'esempio: e l'esame degli effetti, che ne sono derivati; possono alle occasioni suggerire de' motivi per maturare, o negligere le Proposizioni di questa sorta d' inalveazioni. Le livellazioni esatte de' termini, e de' mezzi dell' inalveazione proposta, regolata ne' termini di già addotti; l'osservazione del fondo de' fiumi influenti, e della materia, che portano; quella d'altri fiumi uniti, ad oggetto di dedurne dall'esperienza la degradazione delle cadenti; e tutte l'altre inspezioni proposte negli altri casi di sopra mentovati, potranno poi somministrare i mezzi per istimare, presso a poco, gli effetti, che potranno derivare da ciascheduna delle inalveazioni, da esaminarsi col metodo precedente, prima di mettere mano all'operazione.

IL FINE.

DEL MOVIMENTO DELL' ACQUE

TRATTATO GEOMETRICO

DEL P. ABATE

D. GUIDO GRANDI

CAMALDOLESE

Mattematico dell' Altezza Reale di Toscana, e pubblico Professore delle scienze mattematiche nello Studio di Pisa.

PREFAZIONE

Eco stesso più volte sono andato pensando, onde avvenisse, che da tanti acutissimi ingegni essendo stata in questi ultimi secoli la scienza del moto illustrata, e di sì belle, e profonde speculazioni arricchita, tuttavolta la cognizione del moto dell' acque, tanto necessaria al ben pubblico, non abbia fatti sì gran progressi, in paragone dell' avanzamento, che intanto si ritrova aver fatta la stessa scienza del moto applicato ad altre materie, che paiono di minore importanza. La Teoria del moto de' gravi cadenti, sottilmente inventata dal gran Galileo, dopo lunghi, e rigorosi esami, si è trovata sodamente resistere al cimento della ragione, e della sperienza, purchè si volesse astrarre (come espressamente egli avvisò) dagli accidentali impedimenti delle resistenze, che si affacciano a ritardare il moto de' mobili, ed alterarne in gran parte la proporzione. Queste stesse resistenze, secondo varie ipotesi, che potessero sembrare più verisimili, sono state poi calcolate dal Nevvton dal Leibnizio, dal Varignone, dall' Ermanno, e determinate quindi le leggi, secondo cui il moto de' gravi, o naturalmente cadenti, o scagliati in alto, regolar si dovesse. Le proprietà della forza centrifuga, scoperte felicemente da Cristiano Ugenio, hanno molto contribuito ad illustrare questa scienza del moto, e ci hanno fatti accorgere, che ne' moti curvilinei essa sempre incontrandosi, veniva contrabbilanciata da qualche altra segreta forza analoga alla gravità, e detta comunemente centripeta, *perchè continuamente spinge il mobile verso qualche centro, ritirandolo dalla tangente, che per altro seguir dovrebbe, sulla curva da lui descritta, ed obbligandolo a proseguirla. Così le Teorie de' moti celesti sono state perfezionate, ed a suoi veri principj ricondotte, conciliando l' Astronomia colla Fisica, tra le quali due scienze, già da molti secoli, non parea che passasse troppo buona corrispondenza. E' ben vero, che in questa parte, se i nostri antichi non ebbero molta felicità, non avendo però mancato, nè di sollecitudine in osservare, nè d' ingegno per inventare ripieghi, tanto si erano adoperati in congegnare deferenti, epicicli, ed*

altri tali arzigogoli, che a un dipresso venivano pure a capo dell' intento loro, calcolando, assai giustamente, per l' uso da essi bramato, gli aspetti varj de' Pianeti, le diverse apparenze della Luna, gli equinozj, i solstizj, le ecclissi, predicendole molto tempo avanti, e determinandone la quantità, e la durazione con non molto divario dal vero tempo, e dalle esatte misure, che in oggi più precisamente si accertano. Ma nella scienza dell' acque, dopo che il P. Abate Castelli fece osservare, che nella misura loro dovea farsi entrare la velocità, con troppo grossolano errore da' nostri buoni vecchi non avvertita; e dopo di avere dimostrato, che le sezioni d' un medesimo fiume, nello stato di permanenza, erano proporzionali reciprocamente alle loro velocità, con pochi Corollarj da ciò dedotti; è bensì stata applicata all' acque dal Torricelli, dal Baliani, dal Guglielmini, e dall' Ermanno la dottrina del moto accelerato de' gravi cadenti; ma per verità non si è ancora bastevolmente illustrata questa materia, nè secondo i suoi veri principj, nè con qualche ipotesi corrispondente agli effetti, e però equivalente al vero artifizio praticato dalla natura in condurre i fiumi, e i torrenti dall' alte cime de' monti, in cui hanno la sorgente loro, al vasto seno del mare, dove trovano il loro termine. Quindi l' incertezza de' ripari, che opporre si debbono al corso di essi, per impedire i disordini, che spesso fanno a danno delle campagne. Quindi la perplessità dell' esito felice, o pernicioso, che possa avere il progetto di unire più fiumi in un solo, e di deviare un influente dal suo recipiente, o di aprire ad essi altra strada, secondo che talvolta occorre, per rimediare a' gravissimi sconcerti, a cui le intere Provincie soggette si trovano. E sembra pure la strana cosa, che di soggetti così lontani da noi, come sono Giove, e Saturno, sappiamo tanto tempo avanti determinare i moti, prevederne le congiunzioni, calcolarne l' ecclissi, che ricevono da' loro Satelliti, e quali di questi da quì a due mil' anni debbano in un tal punto di tempo essere da' loro primarj occultati, e quali rimanere scoperti, e verso qual banda ritrovarsi disposti; laddove de i moti dell' acque, che tutto giorno abbiamo sotto gli occhi, e potiamo così da vicino contemplare a bell' agio, senza bisogno di cannocchiale, che ce li scuopra, ne siamo così scarsamente informati, che non ne potiamo accertare gli effetti, che siano per fare da quì a pochi mesi, non che mille, o cent' anni avanti: con tutto che ciò dovrebbe assai più interessarci, che la situazione dell' anello di Saturno nel punto del solstizio estivo dell' ultim' anno di questo secolo.

Voglio ben credere, che in gran parte debba scemare la maraviglia di ciò, riflettendo che i moti celesti dipendono da cagioni universali, necessarie, e costanti, nè soggette a quelle vicende, che qui sotto la Luna si osservano: laddove il corso de' fiumi riceve grande alterazione dalla varia intemperie delle stagioni, e talvolta dall' arbitrio degli uomini, che pongono bene spesso, o a bella posta, o ancora non accorgendosene, degl' impedimenti, che ritardano, o divertono il moto dell' acque, secondo i loro particolari interessi. So ancora, che forse, con tutta la cognizione, che abbiamo del moto de' Pianeti, le nostre predizioni non saranno poi tanto esatte, che non vi si trovino realmente di grandissimi svari, i quali però in tanta lontananza scompariranno all' occhio, perchè quando ancora siasi posto il centro d' un Pianeta tremila miglia lontano dal vero sito, non ci saremo finalmente ingannati, che di un minuto secondo nella distanza di 180 mila semidiametri terrestri, che possono correrv

vi tra-

vi tra la terra, ed il sito di quello. In fatti non abbiamo così perfetta la Teoria della Luna, come quella di Giove, per esser quella tanto più vicina alla terra, onde abbiamo occasione di accorgerci meglio delle sue irregolarità, le quali non ci si scoprirebbero così manifestamente da maggior lontananza; e così, se da lungi solamente mirassimo sulla superficie di qualche immenso globo da noi separato, scorrere de' fiumi, ci sembrerebbe d' averne ottenuta una piena cognizione, numerandoli, e distinguendoli ad uno ad uno, fissandone la posizione; e paragonandone insieme la grandezza senza scoprirne altra particolarità; ma vedendoli ne' nostri stessi paesi, e risentendone tanti notabili effetti, che hanno gran rapporto al comodo del nostro vivere, non potiamo rimanere soddisfatti di quella poca cognizione, che ce ne danno le scarse osservazioni fattevi sopra, e quelle universali leggi del moto de' gravi, che da tanti celebri Mattematici sono finora generalmente state dimostrate, senza distinguere tra' corpi solidi, e fluidi, e senza chiaramente discernere ciò che aggiunga la ragione della fluidità alle comuni passioni de' corpi pesanti.

Tutto ciò pertanto non serve a giustificare la penuria, in cui siamo, di ben fondate, e sicure leggi Idrostatiche, e molto meno ad appagare il desiderio, che si ha comunemente di vedere una volta ben perfezionato il sistema del moto dell' acque, per la pubblica utilità, che unitamente con esso verrebbe a promuoversi; che però sarebbero molto benemeriti, non solo della Repubblica Letteraria, ma di tutto il mondo, que' Mattematici, che ad illustrare materia così importante volgessero tutte le forze dell' ingegno loro, e vi applicassero i metodi più profondi, tanto coltivati da essi in quest' ultimo secolo, ed a sì belle, e sottili ricerche adattati. Ma soprattutto converrebbe prima, con pubblica autorità, da persone pratiche, fedeli, e diligenti, che unicamente la pura verità de' fatti cercassero, e non da ingegno, parzialità, o interesse alcuno prevenute fussero, far fare varie sperienze, e numerose osservazioni esattissime, degli accidenti, che occorrono nel corso de' fiumi, circa l' altezza delle maggiori escrescenze, e le varie circostanze, che le accompagnano; e circa i limiti della bassezza maggiore, a cui si riducano nelle stagioni più secche; e circa la velocità, con cui scorre la superficie di essi in varj siti, secondo che più si scostano dalla origine loro; e non solamente nel filone, ma ancora più vicino alle ripe; e ciò in diversi stati di ripienezza di esso fiume, e di più in varie profondità di ciascuna sezione, e prima, e dopo il concorso de' loro influenti; ed altre simili particolarità, che possono dare gran lume, per dichiarare questa oscurissima natura del moto dell' acque, e dare occasione da specularvi sopra, e rinvenirne i veri principj. Un' abbondante raccolta di queste notizie di fatto, ben sicure, e con replicati esperimenti accertate, oh quanto buon capitale sarebbe, per accingersi all' impresa tanto necessaria, e tanto bramata, di stabilire, e fondare le massime più essenziali, che mancano a questa scienza! Ma non può intraprendersi da un particolare nè la fatica, nè la spesa, che richieggono tante osservazioni: onde conviene aspettare la mano benefica di qualche Principe, a cui sia a cuore una sì grand' opera, e la voglia coll' autorità sua, e col suo polso promuovere.

Il principale difetto dell' Idrostatica si è, il non essere ancora certificati, con qual legge proceda la velocità dell' acque correnti. Il P. Abate Castelli suppose, che la velocità fusse proporzionale all' altezza del corpo d' acqua corrente in un alveo, e cercò in varie maniere dimostrare un tale principio, siccome

poi tentò la medeſima coſa il Borelli, e volle ancora il Caſſini perſuaderlo con alcune ſperienze, ma non riuſcì a veruno di eſſi di ſtabilirlo, inſinuandoſi delle petizioni di principio nelle ragioni addotte da quelli, ed alcune non avvertite circoſtanze rendendo equivoci gli ſperimenti di queſto. Il Torricelli conſiderò dover creſcere la velocità in ragione ſudduplicata dell' altezze, da cui l' acqua è caduta: ciò che più univerſalmente fu abbracciato, come aſſai conforme alle ſperienze dell' acqua, che ſi fa uſcire da varj emiſſari de' vaſi, che la conſervano, poſti in diverſe altezze ſotto il livello dell' acqua ſtagnante in eſſi vaſi. Il De Scales, ed il Guglielmini ſeguitarono queſta dottrina, ſiccome ancora l' Ermanno, il Graveſand, ed altri che hanno trattato di queſte materie; ma ſarebbe da deſiderarſi, che le ſperienze fatte ne' vaſi, poteſſero con eguale facilità replicarſi negli alvei de' fiumi, perchè il divario, dello ſtare l' acqua ſtagnante ſopra l' apertura, che gli dà l' eſito, e del correre che fa attualmente l' acqua ſuperiore a qualunque ſezione d' un fiume, non deſſe ſoſpetto, che il paragone fuſſe in qualche parte manchevole. Il determinare poi, che fa il Guglielmini la velocità ne' fiumi orizzontali, come ſe fuſſe in ragione ſudduplicata dell' altezze medeſime de' corpi d' acqua, che ſcorrono ne' loro alvei, patiſce le ſue difficoltà, perchè quindi ne ſeguirebbe (come ancora nella prima ipoteſi del Caſtelli) che la ſuperficie dell' acqua punto non ſi muoveſſe, come quella che non avendo altezza veruna, ſarebbe priva d'ogni grado di velocità: il che ripugna a' ſenſi, che la ſcorgono viſibilmente ſcorrere: e che vicino agli sbocchi, dove l' altezza de' fiumi diminuiſce, ſenza molto alterarſi gli alvei loro in larghezza, minore velocità dovrebbe notarſi, che nelle parti ſuperiori, e però minore quantità d' acqua ſcaricherebbero nel mare di quella, che ne riceveſſero dalle ſezioni precedenti; il che pure è un aſſurdo graviſſimo.

Per tali ragioni io mi ſono determinato a ſeguire da per tutto, ſenza diſtinzione di canali orizzontali, o inclinati la ragione ſudduplicata dell' altezze, onde cade l' acqua, per la più legittima miſura, che fin ora ſi abbia, delle velocità; non mettendo in conto le reſiſtenze del fondo, e delle ripe; le quali in poca diſtanza da queſte, e da quello poſſono avere il ſuo effetto, onde non alterano gran coſa il moto del corpo vivo dell' acqua corrente, ma ſolo, per dir così, la prima corteccia dell' acqua all' uno, ed all' altre immediatamente contigua, per quanto almeno tale reſiſtenza può dipendere dal ſoffregamento coll' aſprezze della terra, dell' arena, o della ghiaia, che compongono le parti del letto del fiume, coll' acqua, che ſopra, o lungh' eſſe va ſtriſciando: perchè circa il ritardamento, che può cagionare la varia loro poſitura obbligando l' acqua a mutare direzione, variamente riflettendola, e deviandola dal ſuo corſo, ciò appartiene ad un altra iſpezione, che non è ſtata da me del tutto in queſto Trattato negletta, come vedraſſi a ſuo luogo. Per altro io non voglio diſſimulare, di non eſſermi ſopra di ciò interamente appagato, eſſendomi paſſate ſpeſſo per la mente altre idee di nuove Ipoteſi, le quali mi ſi rappreſentavano in aria di maggiore veriſimiglianza; ma non ho avuto ardire di adottarle, mancandomi le ſperienze, che neceſſarie ſarebbono per accertarſene. Può eſſere però, che una volta le proponga, come ſemplici ipoteſi mattematiche, eſaminando le conſeguenze, che ne verrebbero, per farne poi il paragone colle oſſervazioni de' fiumi, quando potranno averſi in tale materia eſatte abbaſtanza, da poterſene fidare, per decidere della verità, o inſuſſiſtenza delle medeſime ipoteſi.

tesi. Per ora non mi permettono le gravi occupazioni, che ho fra le mani, di potere stendere sopra di ciò i miei pensieri, anzi nè meno di poter dare l' ultima mano al presente Trattato, che io per me non averei voluto per ora pubblicare, se l' autorità di chi presiede alla pubblicazione di questa Raccolta, non mi avesse costretto a concedergliene l' arbitrio, tal quale mi ritrovava d' averlo scritto per uso de' miei scolari; che però se così rozzo, ed imperfetto vi comparisce avanti, o benigni Lettori, saprete compatirlo, e gradire il buon animo, che ho avuto di giovare al pubblico, esponendogli queste mie poche speculazioni, di cui sebbene una gran parte non ha da me avuto, se non l' ordine, e talvolta qualche nuova maniera di dimostrarle, essendo già inventate da chi prima di me ha illustrata questa materia; molte però affatto nuove ne incontreranno, degne di qualche osservazione, e non del tutto inutili allo scopo prefissomi di promuovere in qualche maniera questa scienza, e renderne non meno facile, che sicura l' applicazione alla pratica.

TRATTATO
DEL MOVIMENTO DELL' ACQUE
Libro Primo.

De principj più universali concernenti il moto de' fiumi principalmente di fondo orizzontale, loro flessuosità, confluenze, diramazioni, e varie velocità, prescindendo da qualunque particolare ipotesi circa la stessa.

DIFFINIZIONI.

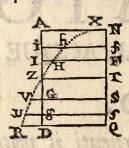
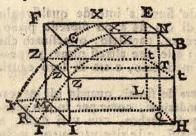
I. PER *Letto regolare* de' fiumi s' intende qualsivoglia canale, il fondo di cui sia a un dipresso piano, senza notabili asprezze, parallelo, o inclinato che siasi all' orizzonte: e le ripe altresì piane, perpendicolari al fondo medesimo, e tra di loro egualmente distanti.

II. *Irregolare è il letto* de' fiumi, quando gli mancano le suddette condizioni, come per lo più accade, essendo il fondo scabro, con varj dossi, e gorghi quà, e là sparsi, e le ripe variamente inclinate, e con più tortuosità serpeggianti, e con varie misure di larghezze in siti diversi.

III. *Direzione* del fiume chiamasi la retta, secondo cui verso il mez-zo

zo dell' alveo, e come diceſi, nel ſuo filone, con velociſſimo corſo l' acqua ſi muove.

IV. *Sezione d' un fiume* diceſi quella porzione di un piano, che ſegando il fiume perpendicolarmente alla ſua direzione, reſterebbe nel primo iſtante bagnata dall' acqua, come accaderebbe, ſe una cateretta lo tagliasſe in un tratto, dividendolo in due parti, ſuperiore, ed inferiore, ed eſattamente occupandone tutta l' altezza, e larghezza ſua, ſenza laſciarne trapelare gocciola alcuna: perchè allora ciò che rimarrebbe bagnato di eſſa cateratta nell' atto dello ſcendere fino al fondo [prima che ſi accumulaſſe altr' acqua ad accreſcerne l' altezza] eſprimerebbe appunto la ſezione del fiume in quel ſito.

V. Sapendoſi per eſperienza, che non tutte le parti dell' acqua, anche nella medeſima ſezione, ſi muovono colla ſteſſa velocità; però tirata una perpendicolare, come ſarebbe N Q al fondo del fiume, o alla baſe di qualunque ſezione di eſſo, la qual perpendicolare eſprimerà l' altezza dell' acqua, ſe ſi ſupporrà, che in un certo tempo, come ſarebbe in un minuto ſecondo la particella dell' acqua ſuperiore N venga in X, e quella che è in F venga in H, quella che è in S venga in V, e quella che è in Q ſi promuove in R, e così dell' altre; allora le rette N X, F H, S V, Q R rappreſenteranno le velocità di ciaſcuna parte dell' acqua in varie altezze, e la figura N X H V R Q diraſſi *Scala delle velocità* corriſpondente alla detta altezza N Q nella ſua ſezione, e nel ſito, in cui eſſa fu preſa.

VI. Facendoſi poi alla ſcala della velocità N X R Q un uguale rettangolo N Q D A applicato alla ſteſſa altezza N Q; allora la ſua larghezza N A, o pure Q D ſi dirà la *velocità media* della detta perpendicolare N Q, come quella che appunto è mezzana tra le minori N X, F H, e le maggiori Q R, S V; e dove il lato A D ſega la linea X V R, come in Z, applicando la Z T parallela alla baſe, ritrovaſi il punto T, dove realmente ha l' acqua una velocità T Z eguale alla media fra tutte l' altre, e tale, che ſe tutte le parti dell' acqua camminaſſero colla ſteſſa velocità, egual copia in egual tempo ſi ſcaricherebbe per la detta altezza, come di fatto ſe ne ſcarica, andando ciaſcuna colla ſua naturale velocità, che è varia in ogni punto; eſſendo il compleſſo delle linee diſuguali N X, F H, S V, Q R, eguale al compleſſo delle linee N A, F I, S G, Q D le quali ſono della ſteſſa lunghezza.

VII. Nella ſteſſa maniera, ſe in ciaſcuna perpendicolare della ſezione d' un fiume B H L E ſi adatterà la ſua ſcala delle velocità, la ſomma di tutte queſte ſcale B H r X, N Q R X, E L r X rappreſenterà la maſſa delle velocità corriſpondenti a tutta la data ſezione; ed immaginandoſi un corpo priſmatico B E F M I C H eguale al corpo B E X X r r L H, applicato all' iſteſſa baſe B E L H, la cui altezza B C, overo H I; diraſſi queſta la *media velocità aſſoluta* di tutta la ſezione, con cui ſe ciaſcuna particella di acqua ſi moveſſe, tanta copia ſe ne ſcaricherebbe, come di fatto dalla medeſima ſezio-

zione in un dato tempo si scarica con quelle disuguali velocità. Onde è chiaro, che chi notasse lo spazio N X fatto da una parte superficiale dell' acqua in un dato tempo, e raccogliesse tutta l'acqua, che in detto tempo esce dalla data sezione, in un vaso prismatico, la cui base uguagliasse appunto la detta sezione, quell'altezza, a cui si alzerebbe l'acqua in detto vaso, sarebbe la media velocità, di cui si parla, in relazione alla velocità superficiale rappresentata dalla lunghezza N X già notata.

CAPITOLO I.

Delle generali proprietà dell' acque correnti.

PROPOSIZIONE I.

STando il fiume nel medesimo stato, egual copia d' acqua in un dato tempo scarica per una sezione, che per qualsivoglia altra, presa però in quel tratto, in cui il fiume non riceva altro influente, o non ne dirami dell' acqua di sua portata per qualche canale.

Ciò viene dimostrato dal P. Abate Castelli, ed è la sua proposizione fondamentale; ed è cosa quasi per se nota; perchè se per una sezione inferiore uscisse in un dato tempo maggiore copia d'acqua, che per la superiore non entra, non si manterrebbe il fiume nello stesso grado di ripienezza, ma verrebbe ad abbassarsi più di prima ne' siti intermedj; e se al contrario minore copia ne uscisse di quella, che vi entra, dovrebbe rigonfiare, ed alzarsi ne' siti di mezzo: il che è contro l'ipotesi; dunque la stessa quantità di acqua scarica il fiume per qualunque sua sezione, quando sta nel medesimo stato di bassezza, o di ripienezza, per tutto quel tratto, per cui cammina unito colle sole sue acque, senza ricevere altri influenti, o dividersi in altri rami; il che ec.

Corollario I.

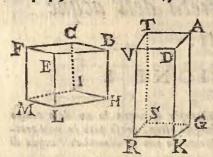
Vale lo stesso di più fiumi, che si riuniscano in un tronco, o di uno stesso fiume, che dividasi in più rami, purchè si paragoni la somma delle sezioni de' canali separati, a quella sola, per cui passa l'acqua nel tronco unito; cioè, che stanti le medesime circostanze, la medesima copia d' acqua in un dato tempo passa per quelle, che per questa, quando non si faccia mutazione da uno stato, o grado di piena ad un altro.

Corollario II.

Viceversa per finattanto che la stessa copia d' acqua si scarica per qualunque sezione d'un fiume, ovvero per quella del tronco unito, e per la som-

somma delle sezioni de' canali separati, confluenti in uno stesso, o da quello derivanti, l'acqua sarà consistente nel medesimo grado di bassezza, o di ripienezza nell'alveo comune, e ne' rami divisi; purchè ciascuno da se scarichi copia eguale d'acqua come prima, e non solamente tutti insieme la stessa quantità totale: perchè ciò potrebbe derivare da più alterazioni, che avessero patito, uno per gonfiamento, l'altro per mancanza d'acqua, sicchè l'eccesso dell'uno compensasse il difetto dell'altro.

PROPOSIZIONE II.

Le velocità medie assolute in diverse sezioni dello stesso fiume, nelle circostanze della proposizione antecedente, sono reciproche alle medesime sezioni.

Siano le sezioni A D K G, B E L H e l'acqua ch'esce dalla prima in un minuto secondo di tempo sia raccolta in un prisma, che abbia la stessa base A D K G, ed in esso ascenda all' altezza A T; similmente quella, ch'esce dalla seconda si conformi in un prisma della stessa base B E L H eguale alla sua sezione, dove faccia l'altezza B C. Sarà dunque (per la definiz. 7.) la velocità media assoluta della prima sezione, alla velocità media assoluta della seconda, come A T, a B C [per la prop. anteced.] essendo eguali le moli d'acque A D R T, B E M C, sarà la base A D K G del primo prisma alla base del secondo B E L H, come reciprocamente l' altezza di questo B C all' altezza A T di quello (29. 11. elem.) dunque le dette sezioni sono reciprocamente, come le loro medie velocità assolute. Il che ec.

Corollario I.

Quindi è chiaro, che l'acqua d'un fiume nel passare da una sezione più larga ad una più stretta, o dovrà scavare per acquistarsi nell' altezza ciò che manca di capacità nella larghezza della sezione: o non potendo profondarsi, dovrà acquistarvi maggiore velocità, il che facilmente potrà seguire, perchè passando da una maggiore larghezza ad una minore, vengono più parti dell'acqua a deviare dalla direzione parallela, che avevano, ed inchinarsi verso il filone del fiume, e così urtandosi insieme, e cozzando, possono accrescersi la velocità, come quando due palle cospirano da diverse bande a spingere una terza per una direzione di mezzo: secondo che intenderassi meglio, per le cose, che si diranno nel Capitolo quarto.

Corollario II.

Al contrario, passando l'acqua d'un fiume da una sezione stretta ad una più ampia, o dovrà diminuire l' altezza, riempiendo colle deposizioni il fondo, o dovrà ritardarsi, scemando la sua media velocità; il che può succede-

cedere, perchè spandendosi l'acqua in maggiore larghezza, viene a scomporre il suo moto, dividendolo in altre direzioni laterali, e così snervando il movimento progressivo per la direzione del filone; o finalmente, in parte raffrenerà la velocità, ed in parte scemerà l'altezza [siccome nel caso del precedente Corollario potrà in parte accrescere l'altezza, ed in parte accrescere la velocità] tanto che sempre riesca la velocità media assoluta reciproca della capacità delle sezioni.

Corollario III.

Ancora paragonando insieme diversi fiumi, che sieno di eguale portata d'acqua, si verifica che le loro sezioni siano reciproche delle medie velocità assolute; siccome viceversa, quando in due fiumi si ritrovino le sezioni reciproche delle medie velocità, saranno essi di eguale portata d'acqua.

Corollario IV.

Ma quando fusse maggior ragione tra la sezione d'un fiume, e quella d'un altro, che non è reciprocamente della media velocità di questo alla media velocità di quello: o pure qualunque volta la velocità del primo alla velocità del secondo avesse maggior ragione, che la sezione del secondo alla sezione del primo, sarebbe di maggior portata d'acqua il primo fiume, che il secondo; perchè il prisma A D R T sarà maggiore del prisma B E M C, o sia che la base A D K G alla base B H L E abbia maggior ragione, che l'altezza B C all'altezza A T; o sia che l'altezza A T alla B C abbia maggior ragione, che la base B E L H alla base A D K G; esprimendo le basi di essi prismi le sezioni dell'uno, e dell'altro fiume, e le altezze essendo, come sopra, omologhe alle loro medie assolute velocità.

PROPOSIZIONE III.

Le quantità d'acqua, le quali colla stessa media velocità passano per disuguali sezioni d'uno stesso, o di più fiumi diversi, sono proporzionali alle stesse sezioni.

Imperocchè intendendo le dette quantità d'acqua ridotte in prismi, le cui basi sieno le stesse sezioni, l'altezze loro riusciranno eguali, essendo queste (per la def 7) le misure delle medie assolute velocità, già supposte eguali: ma i prismi egualmente alti sono come le basi, cioè come le dette sezioni; dunque le moli d'acqua scaricate per varie sezioni d'uno stesso, o di diversi fiumi, colla stessa media velocità, sono proporzionali alle stesse sezioni. Il che si dovea dimostrare.

Corollario

Supposte le sezioni egualmente alte, ed egualmente veloci, le quantità d'acqua scaricate in un dato tempo, saranno come le mezzane larghezze di esse sezioni; ed essendo le sezioni egualmente larghe, le dette moli d'acqua saranno come le altezze; ed insomma, stante la medesima velocità,

le

le moli d'acqua sono in regione composta dell'altezza, e della media larghezza delle sezioni, chiamasi *media larghezza* quella, che averebbero le sezioni ridotte in rettangoli, ritenuta la primiera loro altezza; imperocchè tali rettangoli hanno appunto la ragione composta dall'altezze, e delle larghezze.

PROPOSIZIONE IV.

Per le uguali sezioni scaricandosi diverse quantità di acqua, saranno queste proporzionali alle loro medie velocità.

Imperocchè conformandosi al solito le moli d'acqua, che nello stesso tempo si scaricano, in prismi eretti sopra basi eguali alle corrispondenti sezioni, le altezze saranno omologhe alle medie velocità, ma i prismi avendo basi eguali sono come l'altezze: dunque ec.

PROPOSIZIONE V.

Le moli d'acqua scaricate per diverse sezioni d'un medesimo, o di fiumi diversi, sono in ragione composta della ragione di esse sezioni, e di quella delle loro medie velocità.

Perchè ridotte le moli d'acqua ne' soliti prismi, le cui basi uguagliano le sezioni, e l'altezze denotano le medie velocità, è chiaro, avere questi la ragione composta di esse basi, e delle altezze, e però le moli d'acqua sono in ragione composta delle sezioni, e delle velocità suddette: il che ec.

Corollario.

Quindi le medesime quantità d'acqua sono altresì in ragione composta dell'altezze ragguagliate, delle medie larghezze, e delle medie velocità: di maniera che esponendo in numeri le proporzioni di questi termini, e moltiplicando insieme gli omologhi, cioè gli antecedenti tra loro, e li conseguenti altresì fra di essi, risulterà ne' prodotti numeri la ragione delle quantità dell'acqua.

Per dare un esempio in pratica. Sia la larghezza dell' acqua d'un fiume di 80. braccia, l'altezza di braccia 12. la velocità media tale, che in un minuto secondo si trasporti l'acqua per 3. braccia. Questi numeri moltiplicati insieme faranno 2880 Un altro fiume abbia di larghezza braccia 50. di altezza braccia 10., e la sua velocità muova l'acqua in un minuto secondo per braccia 2. questi ultimi 3. numeri moltiplicati insieme fanno 1000. e però diremo, che nel tempo, in cui il primo fiume scarica 2880 barili d'acqua, il secondo ne scarica solamente 1000., ed insomma, che le moli d'acqua scaricate nello stesso tempo da ambi i fiumi saranno in ragione de i detti numeri, cioè come 72. a 25. riducendola in minimi termini.

PROPOSIZIONE VI.

Le velocità medie sono in ragione composta di quella delle moli d' acqua scaricate nel

nel medesimo tempo, e della reciproca delle sezioni; siccome la ragione delle sezioni si compone di quella delle moli d'acqua scaricate nello stesso tempo, e della reciproca delle medie velocità.

Segue ciò dalla precedente, in vigore d'una proprietà generale delle proporzioni composte (che ben meriterebbe di essere annoverata fra le proposizioni elementari) ed è, che se una proposta ragione A. B sia composta di quante si vogliano ragioni C. D, E. F, G. H; qualunque delle componenti si comporrà direttamente della proposta, e reciprocamente dell'altre; imperocchè sarà A. B, come il prodotto degli antecedenti C E G al prodotto de' conseguenti D F H, onde A D F H sarà eguale a B C E G; per la qual cosa, paragonando ora i termini di qualunque ragione componente, come sarebbe E. F, starà come A D H a B C G, cioè in ragione diretta di A a B, che era la proposta, e delle altre D. C; ed H. G, che sono le reciproche delle componenti; sicchè essendo la ragione delle moli d'acqua scaricate in egual tempo composta di quella delle sezioni, e di quella delle medie velocità, sarà la ragione delle velocità composta direttamente di quella delle moli d'acqua scaricate in egual tempo, e reciprocamente di quella delle sezioni: e la ragione delle sezioni si comporrà altresì della diretta delle moli d'acqua, e della reciproca delle medie velocità: il che ec.

PROPOSIZIONE VII.

La quantità d'acqua, che esce da una medesima, o da eguali sezioni, supposta la stessa media velocità, è proporzionale al tempo, che dura l'acqua a scolare.

Ciò è manifesto, perchè in duplo tempo verrà dupla quantità d'acqua, in triplo tempo, tre volte altrettanta, e così secondo qualunque moltiplicità di tempo, si avrà un egualmente moltiplice copia d'acqua, corrispondendo sempre al maggior tempo maggiore quantità d'acqua, al minore altresì minore, ed all'eguale una eguale: sta dunque la quantità d'acqua nella stessa proporzione del tempo; il che ec.

Corollario.

Quindi si raccoglie, che le quantità d'acqua, scaricate da varie sezioni di diversi fiumi, o del medesimo in varj tempi, saranno in ragione composta di quella delle sezioni, di quella delle medie velocità, e di quella di essi tempi: o pure, in vece delle sezioni prendendo l'altezza, e la media larghezza loro, si dirà che le dette quantità d'acqua sono in ragione composta delle altezze, delle larghezze, de' tempi, e delle velocità, sicchè, se una quantità d'acqua si chiami Q, un altra q, ed il tempo, in cui scola la prima dicasi T, la sua velocità V; l'altezza della sezione per cui passa A, la larghezza L: ma il tempo, che dura a scorrere l'altra sia t, la velocità u, e l'altezza della sua sezione a, la larghezza l, sarà Q a q, come A L T V ad $a\ l\ t\ u$, essendo questi prodotti in ragione composta de' loro coefficienti. Così se la piena d'un fiume durò nello stesso grado ore 10. avendo l'altezza di braccia 8. in larghezza di 500. colla velocità di gradi 6. e la piena d'un altro durò ore 12., ed ebbe un' altezza di braccia 9. in larghezza di braccia 400, avendo gradi 5. di velocità: sarà la copia d'acqua scaricata dal primo fiume a quella, che scaricò il secondo,

co-

come 24000 (prodotto de' numeri 10. 8. 500. 6.) a 216000. (prodotto degli altri 12. 9. 400. 5.) cioè in minimi termini, come 1. a 9.

PROPOSIZIONE VIII.

Eguale quantità d' acqua scaricheranno due sezioni di uno stesso, o di due fiumi diversi, in ciascuno de' 22. casi seguenti.

I. Stante la medesima velocità, se le sezioni saranno reciproche de' tempi.

II. O pure il prodotto dell' altezze ne' tempi reciproco delle larghezze.

III. Ovvero il prodotto de' tempi, e delle larghezze reciproco delle altezze.

IV. Posta la medesima altezza, se il prodotto della velocità, e della larghezza sarà reciproco de' tempi.

V. O pure il prodotto della larghezza, e del tempo reciproco della velocità

VI. O quando il prodotto della velocità, e del tempo sia reciproco delle larghezze.

VII. Supposta la medesima larghezza, se saranno i tempi reciprochi del prodotto della velocità nell' altezza.

VIII. Ovvero se le altezze saranno reciproche del prodotto del tempo nella velocità.

IX. O pure, se le velocità saranno reciproche del prodotto del tempo nell' altezza.

X. Posto il medesimo tempo, se l' altezze saranno reciproche del prodotto della velocità nella larghezza.

XI. O pure le velocità reciproche del prodotto dell' altezza nella larghezza, che è quanto dire, reciproche delle sezioni.

XII. Ovvero se le larghezze saranno reciproche del prodotto della velocità nell' altezza.

XIII. Se poste le sezioni eguali fussero i tempi reciprochi delle velocità.

XIV. Se essendo i tempi reciprochi delle larghezze, fussero le velocità reciproche dell' altezze.

XV. Se le altezze essendo reciproche de' tempi, fussero le larghezze reciproche delle velocità.

XVI. Se il prodotto delle velocità per l' altezze sarà reciproco del prodotto de' tempi per le larghezze.

XVII. Ovvero il prodotto delle velocità per le lunghezze sia reciproco al prodotto de' tempi per le altezze.

XVIII. O pure il prodotto delle velocità de' tempi sia reciproco delle sezioni.

XIX. Se il prodotto delle velocità per le sezioni sia reciproco de' tempi.

XX. Ovvero il prodotto de' tempi per le sezioni sia reciproco delle velocità.

XXI. O che il prodotto della velocità, e del tempo, e dell' altezza sia reciproco delle larghezze.

XXII. O che il prodotto del tempo, della velocità, e della larghezza sia reciproco dell' altezze.

Imperocchè ritenendo i simboli del corollario della proposizione precedente, allora Q sarà eguale a q, quando A L T V pareggerà $a\ l\ t\ u$; per tanto se V è eguale a u, averemo A L T eguale ad $a\ l\ t$, e però A L ad

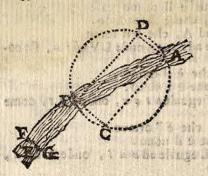
ad *a l*, come reciprocamente *t* a T, che è il primo caſo.
Ed ancora A T ad *a t*, come *l* ad L, che è il ſecondo.
Siccome ancora L T ad *l t*, come *a* ad A, che è il terzo.
Che ſe A è eguale ad *a*, ſarà L V T eguale ad *l u t*; onde L V ad *l u*, ſta come *t* a T, che è il quarto caſo.
E altresì L T ad *l t*, come *u* ad V, che è il quinto.
E di più V T ad *u t*, come *l* ad L, che è il ſesto.
Eſſendo poi L eguale ad *l*, ſi avrà T A V eguale a *t a u*, onde T a *t*, come *a u* ad A V, che è il ſettimo.
Ed in oltre A ad *a*, come *t u* a T V, che è l' ottavo.
O pure V ad *u*, come *t a* a T A, che è il nono.
Ma prendendo T eguale a *t*, ſarà A V L eguale ad *a u l*, onde A ad *a*, come *u l* ad V L, che è il decimo caſo.
Ovvero V ad *u*, come *a l* ad A L, che è l' undecimo.
O pure L ad *l*, come *a u* ad A V, che è il duodecimo.
Quando poi le ſezioni ſono eguali, cioè A L eguale ad *a l*, allora T V è eguale a *t u*, e però T a *t*, come *u* ad V, che è il caſo decimoterzo.
Che ſe i tempi ſi reciprocano colle larghezze, ſarà T L eguale a *t l*, e indi V A eguale ad *u a*, onde V ad *u*, come *a* ad A, che è il decimo quarto.
E reciprocandoſi le altezze a' tempi, avremo A T eguale ad *a t*, onde L V è eguale ad *l u*, e L ad *l*, come *u* ad V, che è il quindiceſimo.
Di più ſi avrà la detta egualità A L V T eguale ad *a l u t*, ſe V A ad *u a* ſia reciprocamente, come *l t* ad L T, che è il caſo ſediceſimo.
O pure ſe V L ad *u l* ſarà come *a t* ad A T, che è il decimoſettimo;
Ovvero ſe V T ad *u t* ſia come *a l* ad A L, che è il decimottavo.
O ancora V A L ad *u a l*, come *t* a T, che è il decimonono.
Ovvero T A L a *t a l*, come *u* ad V, che è il vigeſimo.
Come ancora V A T ad *u a t*, come *l* ad L, che è il vigeſimoprimo.
E finalmente ſe V T L ad *u t l* ſia, come *a* ad A, che è il caſo vigeſimo ſecondo, e ciò è quanto ſi era propoſto da dimoſtrare.

CAPITOLO II.

Come nelle piegature, e ſinuoſità de' fiumi ſi varj la loro velocità.

PROPOSIZIONE IX.

SE il fiume A B per l' oppoſizione d' una ripa, o di un argine ſia forzato a torcere il corſo, mutando la ſua direzione in B E, ſi muterà altresì la primiera velocità, e ſarà la nuova all' antica, come il ſeno di complemento dell' angolo della ſua deviazione A B D (contenuto da entrambe le direzioni nuova, e antica) al ſeno totale.

Deſcritto ſul diametro A B un cerchio A D B C, e prolungata dentro di eſſo la nuova direzione B E verſo D, congiungaſi A D, e compiſcaſi

 il ret-

il rettangolo A D B C. Se dunque la velocità dell' acqua, che scorre per A B, si rappresenti dalla stessa A B, si potrà intendere composta delle due velocità laterali, secondo A C, e secondo A D, proporzionali alle lunghezze medesime de' lati del detto rettangolo C A D B: imperocchè da queste ne risulterebbe la stessa velocità del moto composto A B. Ma una di quelle velocità componenti, cioè la A D, ovvero C B viene totalmente impedita dalla opposizione della ripa, a cui è perpendicolare; e però non potrà avere alcuno effetto circa il promuovere l'acqua, ma tutta s'impiegerà nel corrodere, o percuotere invano la stessa ripa, o argine opposto; sicchè la sola velocità secondo A C, come quella che riesce parallela alla nuova direzione B E, rimarrà viva, e libera, e si spenderà tutta in promovere il corso dell' acqua per la detta direzione, senza punto diminuirsi: dunque la velocità nuova all'antica, starà, come A C, ovvero D B alla A B; ed è D B seno di compimento dell'angolo della deviazione A B D; dunque ec. Il che ec.

Corollario I.

Quando l'angolo della deviazione fusse infinitamente piccolo, come allorchè l'acqua si svolge per una piegatura curva, che viene toccata dalla prima direzione, allora punto non si diminuisce la primiera velocità, essendo come nullo l'angolo del contatto, ed il suo compimento ad un retto non differendo sensibilmente dall'angolo interamente retto: sicchè riunendosi i punti A, D, il seno B D non è disuguale al seno totale A B. Vedi le mie Note al Trattato del moto accellerato del Galileo nel Corol. 1. della Prop. 8. e al num. 28. e 29.

Corollario II.

Secondo che l'angolo A B D sarà maggiore, o minore, il suo compimento B A D sarà viceversa minore, o maggiore, ed il suo seno B D altresì scemerà tanto più, o tanto meno dal seno totale A B, e con pari passo la velocità nuova si scosterà, o si avvicinerà più all'antica.

Corollario III.

La sezione G F del ramo B E dovrà ampliarsi dopo la deviazione, corrispondendo reciprocamente (per la prop. 2.) alla velocità, che si è veduto dover sempre alquanto diminuire; che però l'alveo si farà più largo, o più profondo, o parte in larghezza, parte in altezza acquisterà tanto, da compensare la diminuzione della sua velocità.

PRO-

PROPOSIZIONE X.

Se il fiume A B si pieghi in B M, e quindi si ripieghi in M N, la velocità, che in questa terza direzione converrà al fiume, sarà la medesima con quella, che preso averebbe se immediatamente dalla prima direzione A B fusse passato alla terza M N.

Si conduca dal punto A sopra la direzione M B continuata verso D la perpendicolare A D. Sarà per la precedente proposizione la B D misura della velocità competente alla seconda direzione B M, posta B A misura della primitiva velocità, con cui camminava il fiume nella prima direzione: e condotta pel punto B la B L parallela alla terza direzione M N, e dal punto A la perpendicolare A E sopra la medesima B L prolungata, sarà B E misura della velocità, con cui anderebbe il fiume per la B L, cioè per la stessa M N, se immediatamente passasse in essa dalla prima direzione A B. Dico adunque, che detta B E misura altresì la velocità, con cui anderà il fiume per la M N passando dalla seconda direzione B M: perchè sebbene tirata dal punto D la perpendicolare D H sopra la B L parrebbe, che nel passaggio da B M a M N, ovvero dalla D B nella B L, essendo B D la velocità per essa B D, ovvero B M, dovrebbe la B H essere la velocità per la susseguente B L, ovvero M N; tuttavolta è da avvertirsi, che nel detto passaggio, quantunque sia vero, che resti impressa all' acqua la velocità B H derivata dalla B D, si altera però l'effetto della velocità A D, la quale prima totalmente spendevasi nel premere la ripa parallela a B M, ed ora non così viene applicata contro la ripa parallela a B M, cui non è perpendicolare: onde conviene risolverla nelle due componenti A I, A C, conducendo la D I perpendicolare sopra A E, e compiendo il rettangolo D C A I; dalla quale risoluzione si conosce, che della velocità A D la sola A I cospira colla D H a premere la ripa opposta alla B L, e fa tutta la velocità A E diretta contro di essa; ma la A C essendo direttamente contraria alla H B, viene ad eliderne la porzione H E eguale alla detta A C; e per tanto viene a restare viva la sola velocità E B secondo la direzione M N, come sarebbe accaduto, se dalla direzione A B il fiume passato fusse immediatamente alla B L parallela ad M N; = che ec.

Corollario.

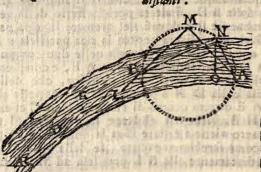
Quindi si avverta, che quando si è detto nella proposizione 9. e quando dirassi altrove, che nel mutar direzione la velocità nuova del fiume sta all'antica, come il seno di compimento dell' angolo della deviazione, al seno totale, si considera la velocità antica, come quella che primitivamente conviene al fiume, e che tutta s'impiega nel farlo correre parallelo alle ripe, senza tormentarle con una porzione di velocità già derivata da un' altra precedente, e diretta contro le dette ripe.

PROPOSIZIONE XI.

Per quante si vogliano direzioni intermedie B C, C D, D E passi un fiume dalla prima direzione A B nell' ultima E F, eserciterà in questa la stessa velocità B L, come se immediatamente dalla prima A B passato fusse nell' ultima piegandosi subito nella B O parallela ad E F.

Imperocchè per la precedente proposizione, tal velocità si trasfonde nella terza C D, come se questa immediatamente succedesse ad A B, o fusse seconda. Posta dunque C D seconda, tal velocità si trasfonderà nella terza D E, come se questa stata fusse in secondo luogo; ma posta la D E seconda, sarebbe la E F terza, ed in essa si trasfonderebbe la stessa velocità, come se immediatamente succedesse alla prima. Dunque medianti le intermedie direzioni s' imprime nell' ultima E F la stessa velocità L B, che immediatamente si deriverebbe in essa dalla prima A B; il che ec.

PROPOSIZIONE XII.

Negli alvei curvilinei de' fiumi si mantiene la stessa velocità non ostante qualunque lunghissima piegatura de' medesimi purchè altronde non si accellerino, o si ritardino: cioè se saranno di fondo orizzontale, e di ripe sempre equidistanti.

Potrebbe parere secondo la precedente proposizione, che quantunque in ogni minima piegatura non possa avervi sensibile diminuzione di velocità per lo Coroll. 1 della Prop. 9. ad ogni modo questa dovesse dopo un lungo tratto diventare sensibile. Imperocchè sia A B la prima direzione d' un fiume, e dopo il lungo tratto A B C D sia l' ultima la direzione D R, a cui sia parallela B M, e prolunghisi altresì la direzione C B che immediatamente succede alla prima, verso N. sebbene l' angolo di contatto A B N non è sensibile, questo però infinite volte replicato in ogni punto della curva A B D R forma finalmente un angolo A B M, contenuto dalla direzione ultima D R, e dalla prima A B, che è sensibilissimo, onde gli corrisponde un seno di compimento B M notabilmente minore di B A; se dunque talmente nell' ultima direzione D R resta modificata la velocità, passando per le direzioni interposte A B, B C, C D, come se l' ultima D R succedesse immediatamente alla prima A B, dovrà la velocità della parte D R misurarsi dalla B M, come si misurerebbe, se dalla A B si piegasse il fiume in B L parallela a D R.

Ma

Ma per levare all' argomento la maſchera, baſta notare, che la diminuzione di velocità derivata dall' inſenſibile piegatura, che fa in ogni punto la curva, non è ſolamente infinite volte più piccola della diminuzione, che accaderebbe, ſe l' angolo dell' inclinazione delle direzioni fuſſe ſenſibile; ma anzi è infinite volte infinitamente piccola, cioè del ſecondo ordine dell' infinita piccolezza: perchè deſcrivendo col raggio B N l' archetto N O, perpendicolare ſopra A B, ſarà A O la diminuzione della velocità nel paſſaggio da A B in B C, e per l' infinita picciolezza dell' angolo del contatto A B N ſarà la corda A N infinitamente piccola, e ſta B A ad A N, come la ſteſſa A N ad A O; dunque di bel nuovo A O è infinitamente minore di A N, la quale già era infinite volte più piccola di A B; e però la detta A O è infinite volte infinitamente piccola, cioè nel ſecondo grado d' infinita picciolezza riſpettivamente ad A B: ed è come una ſeconda differenza, la quale ancora infinite volte replicata non giunge a fare una parte finita ſenſibile, ma al più ſi alza al primo grado degl' infinitamente piccoli. Per tanto la velocità in qualſivoglia punto della curva A B C D ſarà ſempre come la ſteſſa, ch' era ne' punti precedenti, ſenza ſenſibile diminuzione, per quel che dipende dalla fleſſuoſità del fiume, cioè ſe da altre cagioni non viene alterata; Il che ec.

Corollario.

Quindi è, che molto giova al felice ſmaltimento dell' acque la placida curvatura delle ripe, piuttoſto che la piegatura di eſſe ad un angolo ſenſibile, e troppo riſentito: onde la natura medeſima per lo più affetta una dolce curvatura, e riempie gli angoli troppo acuti, ſe ſono concavi verſo il corſo dell' acqua, e li ſpunta ſe ſono conveſſi, riducendoſi preſſo ad una via curvilinea, come quella che trova eſſere la più facile per condurre l' acque al ſuo termine, quando la frequenza degl' impedimenti, che incontra per iſtrada la diſtoglie dal condurvele per una ſola linea diritta.

PROPOSIZIONE XIII.

Eſſendo la medeſima velocità d' un fiume orizzontale nel ſuo alveo curvilineo, e ſerpeggiante A B D C E F, come nell' alveo diretto A B E F della ſteſſa larghezza, e collocato fra i medeſimi termini; ſi ſcaricherà l' acqua in più lungo tempo mediante il primo, che mediante il ſecondo.

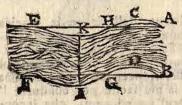
Perchè eſſendo la ſteſſa velocità delle parti dell' acqua nell' uno, e nell' altro, e la ſteſſa ſezione, ma più lungo il tratto curvilineo A C K E, dell' altro retto A E interpoſto fra i medeſimi termini, dovrà ſpendere l' acqua maggior tempo per venire da un termine all' altro per la via curvilinea, che per la ſola retta. Il che ec.

Corollario.

Quindi lo ſcorciamento dell' alveo de' fiumi, che ſuole praticarſi per le-

varne le tortuosità, può giovare solamente a far sì, che in tempo più breve si scharichino nel mare, o in altri fiumi loro recipienti: ma non giova già a farli più presto sgonfiare della pienezza loro, o ad impedire, che non s'alzino a tanta altezza, e così scansare il pericolo delle inondazioni; imperocchè scorrendo l'acqua colla stessa velocità in pari larghezza, si disporrà sempre in eguale altezza, siasi diretto, o curvo il tratto dell'alveo per cui passa, ed eguale quantità d'acqua dovendo scaricarsi per ciascheduna sezione; ma essendo in linea retta, il fiume terrà in soggezione minor quantità di terreni adiacenti nel tempo delle piene, senza però liberare più presto dal timore, e dal pericolo dell'inondazione ciascuno de' confinanti. Così un esercito di soldati camminando in ordinanza, ovvero una processione ben regolata di gente, passando per due strade diverse interposte fra i medesimi termini, una più lunga, un'altra più corta, giugnerà più presto al suo termine per questa, che per quella: ma non passerà già più presto avanti qualunque casa posta nella via più corta, che avanti ad una posta nella strada più lunga.

PROPOSIZIONE XIV.

Molti altri vantaggi si hanno dall'alveo curvilineo, e serpeggiante de' fiumi, più che dall'alveo rettilineo.

Primo perchè un alveo curvilineo, per essere più lungo, ci dà un luogo più capace per contenere la copia dell'acque. Così se la via curva B D I pareggerà la retta B F, giunta che sia l'acqua in I K, non sarà nel termine del suo corso, come lo sarebbe nell'alveo rettilineo, essendo arrivate in egual tempo alla sezione F E, onde avrà ancora il residuo dell'alveo K I F E, per cui potersi stendere, e dilatarsi. Secondo perchè tutta la materia, che depone il fiume nell'alveo A E F B diretto, la deporrà nel tratto curvilineo eguale A B D I K, e per lo residuo della strada I K E F ne deporrà dell'altra, onde più puro, e più ripurgato entrerà nel suo recipiente, senza portarvi tanta materia a riempirlo. Terzo per la lunghezza del viaggio entrando il fiume più tardi nel recipiente, darà tempo a questi di avere già in gran parte scaricata la propria piena, o degli altri superiori influenti, prima di accrescerlo colla sua, la quale se si fusse unita coll'altre, avrebbe forse cagionato troppo grande altezza d'acque, con pericolo d'inondazione: è però vero, che per questo capo si potrebbe ancora dar caso, che in altre circostanze tornasse meglio l'essere retto, che curvo il corso dell'acqua, perchè più presto si scaricasse nel recipiente, avanti che in esso si accumulino le piene degli altri influenti. Quarto finalmente, essendo il fondo dell'alveo, o almeno la superficie dell'acqua di qualche notabile pendenza, si potrà dare più spedito corso all'acqua per un alveo curvilineo, che per il rettilineo, come bene considerò il Galileo nella scrittura del fiume Bisenzio. Veggasi ciò che ho detto nelle note al Trattato del moto accelerato di esso Galileo prop 9. e 10.

CA-

CAPITOLO III.

Come in occaſione di piene ſopravvenienti, o d' altr' acque portate nel medeſimo fiume da altri influenti, creſca l' altezza di eſſo.

PROPOSIZIONE XV.

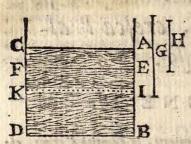
SE un fiume creſca per nuova acqua ſopravveniente, la quantità d' acqua, che in un dato tempo ſi ſcarica da una ſua ſezione, durante la piena a quella che in altrettanto tempo prima della piena ſi ſcaricava nello ſteſſo ſito, è in ragione compoſta della media velocità acquiſtata nello ſtato di piena, a quella, che avea per l' avanti, e dell' altezza della preſente ſezione all' altezza, che prima ivi aveva, ſuppoſto l' alveo regolare.

Imperocchè nell' alveo regolare ſi mantiene la ſteſſa larghezza, e però le ſezioni ſono come le altezze; onde le moli d' acqua, la cui ragione componeſi di quella delle medie velocità, e di quella delle ſezioni per la prop. 5 ſarà compoſta nel caſo noſtro delle medie velocità, e dell' altezze dell' acqua; il che ec. O pure dicaſi, che eſſendo per lo Coroll. della prop. 7. Q eguale ad A L T V, e *q* eguale ad *a l t u*, ſe Q ſignifica la quantità d' acqua che ſcorre pel fiume in tempo di piena, e *q* quella, che vi ſcorreva avanti, in tempi eguali, ed in eguali larghezze, eſſendo T eguale a *t*, ed L eguale ad *l*, ſarà Q a *q*, come A V ad *a u*: che vuol dire in ragione compoſta dell' altezze, e delle velocità.

Corollario

Data dunque l' altezza dell' acqua in varj ſtati del fiume, e la media velocità, ſi dà la proporzione dell' acqua; come per eſempio, ſe l' altezza dell' acqua avanti la piena era di braccia 5. e correva in un minuto ſecondo due piedi, ma ſopraggiunta la piena ſi trovi nel fiume un' altezza di braccia 9. e tale velocità, che in un ſecondo paſſi piedi 4. ſarà la copia dell' acqua ordinaria che prima vi ſcorreva, alla quantità che porta in tempo di piena, come 10. a 36. (il che ſi raccoglie moltiplicando inſieme i due primi numeri, e i due ultimi) cioè in ragione di 5. a 18.

PROPOSIZIONE XVI.

L' altezza A B, a cui giugne un fiume nel suo alveo regolare per sopraggiunta di nuove acque, all' altezza E B, che prima avea, ha la ragione composta della quantità d' acqua, che scorre per la sezione A B D C a quella, che scorreva per la E B D F, e reciprocamente della velocità H esercitata prima della piena nell' altezza E B, alla velocità G, che esercita in tempo di piena nell' altezza A B.

Supponiamo, che avanti la piena si fusse mosso il fiume colla stessa velocità G, ed in tale ipotesi portasse l'acqua sua ordinaria al livello I K nella sola altezza B I. Sarà dunque per la proposizione seconda la sezione E B D F alla I B D K, cioè l'altezza E B alla I B, come la velocità G alla H; e perchè colla stessa velocità G si scarica l' una, e l' altra sezione I B D K, A B D C, sarà la prima sezione alla seconda, cioè I B ad A B, come la quantità d' acqua ordinaria a quella che corre in tempo di piena, per la prop. 3. ed è A B a B E in ragione composta di A B a B I [cioè della quantità d' acqua in tempo di piena, alla quantità dell' acqua ordinaria, che vi era prima] e di B I a B E (cioè della velocità H alla velocità G) dunque l' altezza a cui giugne un fiume per acqua sopravveniente, all'altezza, che aveva avanti, è in ragione composta della quantità d' acqua presente alla quantità di prima, e reciprocamente delle loro mezzane velocità; il che ec.

Corollario I.

Data dunque la proporzione dell' acque, e delle velocità si averà la ragione dell' altezze. Per esempio: debba introdursi di nuovo in un fiume reale un torrente, che vi porti la trentesima parte dell' acque, che prima solea contenere; e si sappia, che per la giunta di detto torrente si accrescerà d' una centesima parte la sua primiera velocità. Sarà dunque la quantità dell' acqua dopo l' introduzione, a quella ch' era avanti, come 31. a 30., e la velocità primiera alla nuova velocità, come 100. a 101. Però la ragione composta delle quantità d' acqua direttamente, e delle velocità reciprocamente, sarà come di 3100 a 3030., cioè di 310. a 303; per tanto l' altezza dopo l' introduzione sarà cresciuta solo 7. parti trecentesime terze: sicchè se prima era l' altezza di 25. piedi, e 3. once, l' aumento sarà di once 7. diventando di piedi 25. e once 10.

Corollario II.

Se le velocità fussero proporzionali alle quantità d' acqua, allora l' altezza punto non crescerebbe, nè diminuirebbe per la giunta dell' acqua introdottavi: perchè la ragione composta di due ragioni eguali reciprocamente applicate, è ragione di egualità; come se nel precedente caso la velocità crescesse un trentesimo, siccome cresce l' acqua, rimarrebbe l' altezza la me-

medesima, essendo allora in ragione composta di 31. a 30. e reciprocamente di 30. a 31., il che dà la stessa altezza di prima.

Corollario III.

E se le velocità crescessero in maggior ragione delle quantità d' acqua, l'altezza del fiume scemerebbe in vece di crescere, come per esempio, se crescendo l'acqua un trentesimo, la velocità crescesse la vigesimaquinta parte, sarebbe la ragione delle quantità d'acqua, come 31. a 30., e quella delle velocità reciprocamente prese, come 25. a 26. delle quali due si compone quella dell'altezza nuova all'antica, come 745. a 780.; onde sarebbe scemata, dopo la sopraggiunta copia d'acqua, l'altezza della sezione di 7 parti centesime cinquantesimeseste: cioè, se prima l'altezza era 13. piedi, si sarebbe diminuita 7. once, riducendosi a piedi 12., once 5.

Corollario IV.

Solamente dunque cresce l'altezza de' fiumi per giunta di nuova acqua, quando l'accrescimento di velocità ha minor ragione alla velocità primiera, che l'aumento dell'acqua alla copia d'acqua di prima; il che merita d'essere considerato diligentemente, per confutare molti volgari errori, in cui sogliono incorrere quelli, che senza il lume della Teorica vogliono farla da pratici in queste difficilissime materie di fiumi.

SCOLIO I.

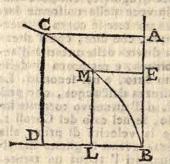
Si è quì computata solamente l'altezza delle sezioni, supponendosi l'alveo regolare, cioè d'eguale larghezza dapertutto; ma in pratica per lo più suole nelle parti superiori ampliarsi la larghezza della sezione, per essere le ripe disposte a scarpa, e colle sue banchine interiori, o golene: di maniera che la sezione loro non è un rettangolo, ma un trapezio, o più trapezj, ed anche sovente una figura curvilinea irregolare, che però sempre si dilata più nelle parti di sopra Quindi, in vece della uniforme larghezza supposta nella sezione, si sarebbe dovuta mettere in conto la mezzana larghezza avanti, e dopo la giunta dell' acqua, con dire, che l'altezza nuova all'antica è in ragione composta della diretta delle quantità d'acqua, che corre presentemente, e che prima correva, e reciproca sì delle velocità, come delle medie larghezze nel primo stato, e nel secondo. La quale considerazione non solo non accresce l'altezza dell'acqua, che può risultare in un fiume per la giunta d'una piena, o d'un nuovo torrente introdottovi, ma anzi la scema: come per esempio, se nel caso del Coroll. 1. l'acqua nuova all'antica stia come 31. a 30., e la velocità di prima alla presente, come 100. a 101. e la media larghezza avanti la giunta stia alla susseguente, come 50. a 51 (sicchè si aumenti l' acqua un trentesimo, cresca la velocità un centesimo, e si dilati la media larghezza un cinquantesimo) moltiplicando gli antecedenti, ed i conseguenti, avremo la ragione dell'altezze nuova, ed antica, come 155000. a 154530; o pure 15500 a 15453.; la qual ragione è più prossima all' egualità, che non era la trovata di sopra in detto corollario, di 310. a 303., equi-

equivalendo a quella di 310. a 309. con poco meno d'un sedicesimo: che però anche minore in pratica riesce l'alzamento, che si dee aspettare dall' unione del torrente suddetto al fiume reale, non accrescendo più 7. once sopra il 25. piedi, e 3. once d'altezza, che si supponeva aver prima, ma solo alquanto meno d'un oncia.

SCOLIO II.

Si avverta ancora da' principianti di non prendere equivoco in credere, che quando si dice, l'altezza del fiume, prima di ricevere l'acqua sopravveniente, essere la B E, e dopo giunta la nuov' acqua, essere la B A, tutto l'eccesso dell'acqua aggiunta debba correre sotto la sola altezza E A, rimanendo l'acqua ordinaria nella solita altezza B E. Tale immaginazione sarebbe erronea, essendo molto maggiore l'altezza sotto cui si scarica l'acqua nuova, e minore quella, per cui dopo fatta la giunta, scorre l'antica, essendo l'altezza di quella per esempio A I, e di questa il residuo I B, che sta alla B E, come reciprocamente la velocità antica H alla nuova G, mercecchè scaricandosi ora l'acqua stessa ordinaria colla maggiore velocità G, per essere spinta, e premuta dalla giunta della nuova acqua sopravveniente, dovrà, per così dire, assottigliarsi, abbassandosi alla detta altezza A I, e rimanendo il resto d'altezza I A per la nuov' acqua: e così può intendersi, come talvolta la giunta dell'acqua possa fare, che scemi l'altezza primiera, secondo il coroll. 3. potendo I A riuscire minore di I E, quando la velocità spinga sì fortemente l'acqua inferiore, che l'abbassi sotto il primo livello a tal segno, che avanzi ancora più luogo, che non bisogna per l'acqua sopravveniente.

PROPOSIZIONE XVII.

Se le velocità fussero proporzionali alle altezze dell' acqua, sarebbero i quadrati dell'altezze proporzionali alle quantità dell' acqua: ovvero le altezze come le radici quadre delle dette quantità.

La quantità d'acqua, che scorre sotto l'altezza A B, si esprima per A C, e quella, che scorre sotto l'altezza E B, si esponga per E M, sarà per la precedente, A B a B E in ragione composta di A C ad E M, e della velocità per B E alla velocità per B A, cioè (in questa ipotesi delle velocità proporzionali alle altezze, che è del P. Abate Castelli, del Cassini, e altri) della stessa B E a B A; per tanto averemo A B B E, come il rettangolo di A C in E B al rettangolo di E M in B A, o come D B E ad L B A, e però il prodotto degli estremi L B A in B A sarà eguale al prodotto de' mezzani D B E in B E; onde sarà il quadrato dell'altezza B A al quadrato dell'altezza B E, come D B a B L, cioè come la quantità d'acqua A C alla quantità E M; Il che ec.

Co-

Corollario I.

Applicando le A C, E M esprimenti le quantità dell'acqua alle loro respettive altezze A B, E B, la curva B M C, che ne nasce è una parabola quadratica.

Corollario II.

Per sapere, che altezza debba fare in un fiume la giunta d'una data quantità d'acqua, si cavi la radice quadra dell'acqua prima, e della somma di essa con l'aggiunta; che l'altezza nuova starà all' antica, come la radice di detta somma alla radice della prima acqua ordinaria. Per esempio la portata d'un fiume sia 30. e debba aggiugnersi una parte trentesima, sicchè la somma sia 31. le loro radici quadre sono 5. con 48. centesimi per il primo numero, e 5 con 57. centesimi per il secondo. Dunque in questa ipotesi l'altezza nuova all'antica dovrebbe stare, come 557 a 548, o come 139 e un quarto, a 137. cioè se la prima altezza era undici piedi, e cinque once, dopo la giunta crescerebbe 2 once, e un quarto di più, diventando 11. piedi, e 7. once, con 3. minuti, o dodicesimi d'oncia.

PROPOSIZIONE XVIII.

Che se l'altezze fussero in duplicata ragione delle velocità, riuscirebbero le altezze medesime come le radici cube de' quadrati delle quantità d'acqua: cioè i cubi dell'altezze sarebbero come i quadrati delle dette quantità d'acqua.

Perchè, stante le suddette cose, A B a B E sarà in ragione composta di A C ad E M, e della velocità per E B alla velocità per B A; se dunque le dette velocità sono come le radici quadre di E B, e di B A, averemo A B a B E, come il prodotto di A C nella radice quadra di B E al prodotto di E M nella radice quadra di A B; e moltiplicando gli estremi, ed i mezzani, sarà E M in A B moltiplicato nella sua radice quadra, eguale ad A C in B E moltiplicato nella radice della stessa B E; onde E M ad A C sarà, come B E moltiplicato per la sua radice, ad A B moltiplicato per la radice sua; e quadrando dall'una, e dall'altra parte, sarà il quadrato di E M al quadrato di A C, come il cubo B E al cubo B A; il che si dovea ec.

Corollario I.

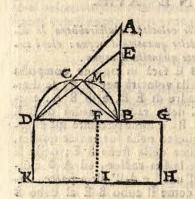
In questa ipotesi, che è del Torricelli, del Guglielmini, ed altri, applicando le A C, E M esprimenti le quantità dell' acqua alle loro respettive altezze A B, E B, la curva B M C riesce una parabola cubica del second' ordine, in cui i cubi dell' applicate D C, L M, sono come i quadrati delle distanze dal vertice B D, B L.

Co-

Corollario II.

Per determinare l'altezza, che farà la giunta d'una determinata quantità d'acqua; si quadrino i numeri esprimenti l'acqua di prima, e la somma di essa coll'aggiunta: le radici cubiche de i detti quadrati saranno proporzionali alle altezze. Per esempio, se al solito le quantità d'acqua siano 30. e 31., i di cui quadrati sono 900., e 961. le radici cubiche di essi sarebbero 9. con 66. centesimi, e 9 con 81. centesimi, cioè in ragione di 322. a 327., la quale è poco maggiore della già ritrovata nel coroll. 2. della precedente nell'altra ipotesi, essendo quella di 137. a 139. e un quarto, e questa di 137. a 139. con poco più d'un ottavo, cioè esattamente con 41. parti trecentesime ventiduesime: onde se la prima era 11. piedi, e 5. once, l'aumento sarà di once 2. e un minuto e mezzo in circa.

PROPOSIZIONE XIX.

Se le velocità fossero proporzionali a' seni dell' inclinazione, che ha la superficie dell' acqua coll' orizzonte, ovvero a' momenti della gravità nel piano, che fa detta superficie: determinare l' altezza B A, che averà il fiume aumentato d' una data quantità d' acqua, oltre quella che ha nell' ordinaria sua altezza B E. Supposto però, che il fondo del fiume sia come orizzontale.

Tirisi l' orizzontale B D, concorrente col pelo dell' acqua E D nel punto D, dove il fiume averà il suo termine: e sopra il diametro B D si descriva il mezzo cerchio B M D, che sega la cadente dell' acqua in M. Indi, come sta la quantità d' acqua, che corre nella altezza B E alla somma di essa, e della giunta, che dee sopravvenire al fiume, così stia E M ad un'altra linea, che sia D F. Poi si applichi alla D F un rettangolo G D K H eguale al quadrato B D, ed eccedente d' una figura quadrata G F I H, sicchè B D sarà media proporzionale fra tutta la D G, e la G H, ovvero la G F; onde sarà D G maggiore della B D, e potrà dal punto D sopra la B A applicarsi la retta D A eguale a D C, segante la periferia del mezzo cerchio in C. Dico adunque, che la B A è l' altezza che si ricerca; perchè congiunte le rette B M, B C, che sono i seni d' inclinazione delle cadenti E D, A D, sarà il rettangolo A D C eguale al quadrato B D, cioè al rettangolo D G F, onde essendo D A eguale a D G, sarà D C eguale a G F, e la rimanente C A eguale alla residua D F; e però starà E M ad A C, come la quantità d' acqua che corre sotto l' altezza E B alla somma di essa, e dell' acqua che debbe aggiugnersi; e B M a B C, per l' ipotesi sta come la velocità dell' acqua nell' altezza B E alla velocità, che averebbe nell' altezza B A, la quale altezza sta alla B E in ragione composta di A B a B D, e di B D a B E; ma la prima ragione eguaglia quella di A C a C B, e la seconda pareggia quel-

quella di B M ad M E, onde B A a B E sta come il rettangolo di A C in B M al rettangolo di E M in B C, ma ancora la altezza che si cerca dee stare ad E B in ragione composta della quantità d' acqua B C alla quantità E M, e reciprocamente delle velocità, cioè de' seni B M, B C, che è quanto dire, come il rettangolo di A C in B M a quello di E M in B C; dunque l' altezza B A è quella perappunto, che si cerca, perchè soddisfà alle condizioni, che debbe avere. Il che dovea ritrovarsi.

PROPOSIZIONE XX.

La stessa quantità d' acqua sopraggiungendosi al medesimo fiume in diversi stati, non gli cagiona eguale accrescimento di altezza, ma quando lo trova basso lo rialza più, e quando alto lo innalza meno

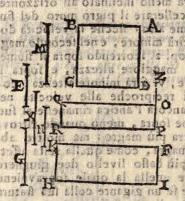
Se il fiume è regolare, avendo la stessa larghezza in cima, che in fondo, già è manifesto, che avendo minor copia d' acqua sarà meno veloce, o dipenda la velocità dall' altezza, o dalla pendenza sopra il suo recipiente; perchè allora il pelo dell' acqua è ancora meno inclinato all' orizzonte: e la stessa giunta di acqua non potrà più accellerare il pigro moto del fiume basso di quello accelleri il corso del fiume alto: sicchè la velocità dopo la giunta dell' acqua nel primo caso riuscirà minore, e nel secondo maggiore; dunque l' acqua aggiunta, per la prop. 2. scorrendo sopra il fiume, che era basso con minore velocità, vi farà maggiore altezza, e sopra il fiume alto camminando con velocità maggiore, vi farà minore altezza, come richiede la corrispondenza delle sezioni reciproche alle velocità nel medesimo corpo d' acqua; dunque quando ancora l' antica rimanesse al suo primo livello, la nuova giunta vi si alzerebbe sopra, meno quando ritrova il fiume più grosso, e più, quando l' incontra più magro; ma inoltre abbassandosi più l' acqua grossa, che l' acqua magra, come quella resta affetta di maggiore velocità di questa, tanto a più basso livello dee giugnere l' acqua sopravveniente al fiume grosso, che quella la quale sopravviene ad un fiume magro: in quella maniera, che se un gigante colla sua statura arriva ad una certa finestra, ed un uomo d' ordinaria statura ad un altra, caricandosi l' uno e l' altro di un ragazzo sopra le spalle, ma sotto del peso di esso più s' incurvasse il gigante, che l' uomo di giusta statura, ed il fanciullo stesso più rannicchiasse sulle spalle del primo, che del secondo: certamente si alzerà meno il detto ragazzo sopra la finestra, a cui prima giungeva il gigante, che sopra quella a cui l' uomo di statura ordinaria arrivava. Il che ec.

CA-

CAPITOLO IV.

Del concorso d' un fiume con un altro.

PROPOSIZIONE XXI.

Date le sezioni O R, A C di due fiumi, e le loro velocità N, M avanti il concorso, ritrovare quella mezzana velocità E, con cui comunemente scorrendo per le stesse sezioni le loro acque, egual copia se ne scaricherebbe in pari tempo, come se ne scarica da amendue i fiumi andando separatamente colle proprie loro velocità. Chiamisi la detta velocità E una velocità ragguagliata.

Si faccia, come la sezione O R del primo alla sezione A C dell' altro, così la velocità M di questo ad un altra velocità X, indi, come la somma delle due sezioni O R; A C sta alla prima O R, così la somma della velocità N, con cui questo camminava, e della velocità X ora ritrovata, ad un' altra velocità E. Dico, che questa è la velocità ragguagliata, che si cercava. Perchè essendo O R ad A C, come M ad X, la stessa quantità d' acqua passerà per O R colla velocità X, che passa per A C colla velocità M. Aggiungasi di comune l' acqua, che nello stesso tempo passa per O R colla velocità N; dunque le due quantità d' acqua, che scorrono per ambi i fiumi, cioè per la sezione A C colla velocità M, e per O R colla velocità N uguagliano la quantità d' acqua, che sgorgherebbe per O R colle due velocità X ed N; Ma stando la somma delle sezioni O R, A C alla sezione O R, come la somma delle velocità X, ed N ad E, bisogna che la quantità d' acqua, che scorrerebbe per ambidue le sezioni insieme O R, A C colla stessa comune velocità E, uguagli la quantità, che scorrerebbe per O R sola colla somma delle velocità X, N, cioè quella che attualmente sgorga per la O R colla velocità N, e per la A C colla velocità M; pertanto la velocità E è quella velocità ragguagliata, con cui se ambi i fiumi colle stesse loro sezioni si scaricassero, smaltirebbero la stessa copia d' acqua, che di fatto tramandano per le medesime sezioni, andando ciascheduno colla propria velocità. Il che ec.

SCOLIO.

In pratica si può adoperare una più breve costruzione arimmetica, ed è la seguente. La somma delle quantità d' acqua, che portano ambidue i fiumi, si divida per l' aggregato dell' una, e dell' altra sezione; ed il quoziente sa-

te farà la velocità ragguagliata, supposto che si esprimano le velocità di ciascun fiume separatamente, per la quantità della sua acqua divisa per la propria sezione. Per esempio sia l' altezza della sezione A C piedi 7. e la larghezza piedi 130. di maniera che la sezione medesima sia piedi quadri 910., e la sua velocità sia di gradi 4., essendo la sua quantità d'acqua 3640. L'altezza poi della sezione O R dell'altro fiume, sia piedi 15. la larghezza piedi 500, e la misura conseguentemente di tutta la sezione sia piedi quadri 7500. la sua velocità sia di gradi 6., essendo la quantità dell' acqua sua 45000. la somma delle quantità d' acqua sarà 48640. la quale divisa per la somma delle sezioni, che è 8410. darà di quoziente cinque, con 559. parti ottocentesime quarantunesime, che sarà la velocità ragguagliata, di cui si tratta: in fatti se questo quoziente si moltiplica per la somma delle sezioni 8410. restituirà 48640., che è la somma dell' acqua scaricata da ambi i fiumi; e però se ciascuno per la sua sezione camminasse colla velocità espressa dal detto quoziente, scaricherebbero la stessa quantità d'acqua tra tutti e due, che ne sgorgava prima, andando colle proprie loro velocità.

PROPOSIZIONE XXII.

Concorrendo un fiume con un altro, la quantità d' acqua, che si scarica per qualsivoglia sezione del recipiente dopo il concorso, a quella che scorreva per esso avanti di ricevere l' influente, sta in ragione composta della somma delle sezioni d' ambi i fiumi avanti il concorso, alla sezione sola del recipiente superiore al sito dell' influenza, e della velocità ragguagliata, alla velocità del medesimo recipiente avanti il detto concorso.

Imperocchè per lo coroll. 1. della prop. 1. è eguale l' acqua scaricata nello stesso tempo per una sezione del recipiente dopo il concorso, alla somma delle due acque portate dall' influente, e dal recipiente prima dell' influenza: ma questa, uguagliando il prodotto delle due sezioni dell' influente, e del recipiente sopra il sito del concorso, moltiplicate per la velocità ragguagliata d'ambedue, sta alla copia d'acqua portata dal solo recipiente prima del concorso, in ragione composta della somma delle suddette due sezioni alla sezione di questo, e dalla velocità ragguagliata alla velocità propria del recipiente avanti di ricevere l' influente; dunque ancora la quantità d'acqua, che porta il recipiente dopo il concorso, a quella che portava prima sta nella stessa ragione composta come sopra; il che ec

PROPOSIZIONE XXIII.

La velocità del recipiente dopo il concorso, sta alla velocità ragguagliata, come la somma delle sezioni d' ambi i fiumi avanti il concorso, alla sezione del recipiente dopo la confluenza.

Perchè scaricandosi egual copia d'acqua per lo recipiente dopo il concorso, che per le sezioni dell' influente, e del recipiente avanti la confluenza, essendo affette ciascuna dalla propria velocità, o tutte, e due dalla stessa comune velocità ragguagliata, bisogna siano reciproche le velocità alle sezioni, e però che la velocità del tronco comune stia alla velocità ragguagliata d' amendue i tronchi separati, come la somma delle sezioni di questi alla sezione, che ha quello dopo il concorso dell' influente; il che ec.

Co-

Corollario.

Essendo evidente per l' esperienza, che sempre la somma delle sezioni de' fiumi separati riesce maggiore della sezione del tronco unito, ancora la velocità del recipiente dopo il concorso, sarà sempre maggiore della velocità ragguagliata.

PROPOSIZIONE XXIV.

Date le velocità M, N, e le sezioni A C, O R di due fiumi concorrenti in un tronco, la cui sezione F H, ritrovare la sua velocità, con cui dopo la confluenza camminerà il fiume nella detta sezione.

Si trovi la ragguagliata velocità E, per la prop. 21. e come la sezione del tronco unito F H sta alla somma delle sezioni A C, O R de' fiumi separati, così stia E a G, questa sarà la velocità competente alla sezione del comune tronco F H, per l'antecedente. Il che ec.

SCOLIO.

Per la pratica, basta dividere la somma delle due quantità d'acqua, portate da i fiumi separati, per la data sezione dell'alveo comune, ed il quoziente ci darà la ricercata velocità: come nel caso dello scolio della prop. 21 se di più fusse l'altezza della data sezione F I piedi 16. la larghezza piedi 505. onde la capacità della sezione fusse piedi quadri 8080. essendo la somma delle due quantità d'acqua portate da ambi i fiumi, come sopra 48640 dividendo questo numero per quello, si avrà 6 con due parti centunesime per quoziente; e questa sarà la velocità ricercata, onde questa velocità sarà maggiore di quella, che avea il recipiente prima del concorso (che supponevasi solamente come 6.) delle dette due parti centunesime.

PROPOSIZIONE XXV.

I momenti, o le forze motivate dell'acque correnti sono in ragione composta di quella delle sezioni, e della duplicata delle velocità.

Essendo che generalmente i momenti, o le forze motrici hanno la ragione composta di quella delle quantità di materia mobile, e di quella delle velocità, con cui le stesse materie si muovono: ma nel caso nostro la materia, che si muove è l'acqua corrente, la di cui quantità già sta in ragione composta delle sezioni, e delle velocità per la prop. 5 aggiungendovi dunque un'altra volta la ragione delle velocità, con cui si muove, si avrà la ragione de' momenti, o delle forze motrici dell'acqua che corre, in ragione composta di quella delle sezioni, e della duplicata delle velocità, cioè de' loro quadrati; Il che ec.

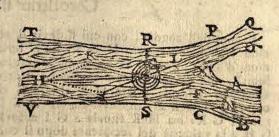
Co-

Corollario.

Quindi moltiplicando il valore delle sezioni col quadrato della loro velocità, si trova il momento, con cui l' acque scorrono, e con cui incontrandosi vicendevolmente si urtano insieme. Per esempio la sezione d' un fiume sia come 10. e quella d' un altro, come 7. la velocità del primo a quella del secondo sia come 4. a 3. i di cui quadrati sono 16 e 9 dunque la ragione delle loro forze motrici, o de' momenti co' quali possono fare impressione urtando insieme, o in altro ostacolo, sarà come di 160. a 63.

PROPOSIZIONE XXVI.

Se il fiume O Q X P concorre con l' altro A B C X, dopo il concorso l' acqua del fiume recipiente si torcerà dalla prima direzione, e prenderà un' altra di mezzo tra la sua prima, e quella con cui è investito dall' influente.

Si concepisca una palla G galleggiante nella confluenza de' filoni L G, F G d' ambi i fiumi, sicchè resti investita dalla corrente d' amendue, essendo questa adunque spinta sì dalla forza dell' influente, secondo la direzione L G; sì da quella del recipiente secondo la sua prima direzione F G, dovrà secondo le leggi meccaniche quella palla muoversi per una direzione G H mezzana fra le dette due direzioni, ed in cui risulti il moto composto da ambidue i moti, ad essa impressi dall'una, e dall' altra forza. Ma il moto di detta palla seguirà appunto quello del filone del fiume dopo il concorso d' entrambi i confluenti, lasciandosi del tutto trasportare da esso; dunque l'acqua del recipiente sarà deviata secondo l' intermedia direzione G H fra le due proprie de' confluenti L G, F G. Il che si dovea dimostrare.

Corollario I.

Dalle stesse leggi meccaniche può determinarsi la positura della nuova direzione G H; imperocchè è dimostrato, che posta nella direzione L G la parte G I, e nell' altra F G la porzione G K porporzionali alle velocità impresse al galleggiante dalla forza di ciascun acqua, e compiuto il parallelogrammo I G K H, e tirato il diametro G H, questo sarà la direzione ricercata.

Corollario II.

Anzi la lunghezza di esso diametro G H ci darà la velocità del moto com-

composto, che risulta in detta palla da ambedue le correnti in relazione alle velocità impresse da ciascuno de' confluenti, rappresentate da' lati del suddetto parallelogrammo, che però la G H sarà ancora la velocità del recipiente, in relazione alle G I, G K che esprimono le velocità impresse nel globo G da' ambi i fiumi, cioè le stesse velocità de' fiumi, da quali viene trasportato; imperocchè ciascun fiume, se fusse solo, lascerebbe venir giù seco il globo, che placidamente in esso galleggia, e che si suppone totalmente indifferente al moto, colla sua stessa velocità, con cui esso si muove; ed essendo uniti debbono trasportarlo con quella velocità, che dall' unione loro risulta, la quale insieme soddisfà all'esigenze d' ambedue le correnti. Così, se una formica andasse rampicando per lo fuscello G I colla velocità G I movendosi da G verso I, nel mentre che il medesimo fuscello trasportato dalla corrente F G per la direzione del suo filone F G, colla velocità G K, venisse dal sito G I al sito K H, non vi ha dubbio, che la formica col moto composto di questi due sarebbe venuta da G in H, descrivendo il diametro G H colla velocità G H, avendo passato il detto diametro, passando per ciascun punto di esso appunto nel tempo, in cui il fuscello avrebbe passato col suo estremo G lo spazio G K, e coll' estremo I lo spazio I H, ed in quello stesso tempo in cui la formica col moto suo proprio avrebbe scorsa la lunghezza G I del fuscello.

Corollario III.

Il seno dell'angolo, con cui si devia il recipiente dalla sua direzione, cioè il seno dell'angolo H G K, sta al seno dell' inclinazione delle direzioni d'ambi i fiumi I G K, come la velocità dell' influente, alla nuova velocità, che rimane al recipiente dopo il concorso: essendo chiaro, che nel triangolo K G H, il lato H K al lato G H è come il seno dell' angolo opposto H G K al seno dell'angolo H K G, o del suo supplemento a due retti I G K: ma H K eguale a G I misura la velocità dell' influente, e G H è la velocità del recipiente dopo il concorso; dunque ec.

Corollario IV.

Per la stessa ragione il seno della deviazione dell'influente, cioè dell'angolo I G H, sta al seno dell' inclinazione d'ambi i fiumi, che è lo stesso angolo I G K, ovvero del supplemento a due retti G I H; come la velocità primiera del recipiente, cioè I H, ovvero G K, alla velocità nuova, che hanno tutti due uniti nell' alveo comune, cioè a G H.

Corollario V.

E il seno della deviazione del recipiente a quello della deviazione dell' influente, sta reciprocamente, come la velocità dell' influente a quella del recipiente avanti il concorso; perchè il seno dell'angolo K G H, a quello dell'angolo H G I, o dell'alterno G H K, sta come H K, cioè I G, a G K.

Corollario VI.

Stante la ſteſſa velocità G K del recipiente prima del concorſo, e la ſteſſa inclinazione de' fiumi K G I, ovvero F G L, quanto maggiore ſarà la velocità G I dell' influente, tanto maggiore ſarà la deviazione di eſſo recipiente, cioè maggiore l' angolo K G H, perchè creſcendo G I, creſce K H, che corriſponde al ſuo ſeno.

Corollario VII.

E maggiore ancora in detto caſo riſulta la nuova velocità G H del recipiente dopo il concorſo, perchè creſcendo K H, e l' angolo G K H, non minore del retto, ſtando il medeſimo, ſiccome ancora rimane lo ſteſſo il lato G K, dee creſcere la baſe G H del triangolo G K H.

Corollario VIII.

Ma ſtante la medeſima velocità G I dell' influente, e la ſteſſa inclinazione de' fiumi, tanto maggiore ſarà la deviazione del recipiente, quanto ſarà minore la velocità G K, ovvero I H, di cui egli era dotato, facendoſi più aperto l' angolo K G H, e minore l' angolo H G I, ſecondo che il punto H nel lato I H raccorciato, ſi va più accoſtando al punto I.

Corollario IX.

E la velocità nuova G H del recipiente dopo il concorſo, ſi fa allora tanto minore, ſottendendo lo ſteſſo angolo G I H non minore del retto, collo ſteſſo lato I G, ma con un lato I H raccorciato.

Corollario X.

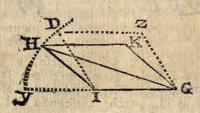
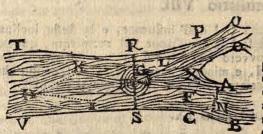
Quanto minore è l' angolo dell' inclinazione de' fiumi I G K, tanto maggiore è la nuova velocità G H riſultante nel recipiente dopo il concorſo, ſtanti le ſteſſe velocità dell' influente, e del recipiente prima dell' influenza: perchè tanto maggiore ſi fa l' angolo G K H ſupplemento della detta inclinazione I G K a due retti, e però eſſendo i medeſimi lati G K, G I eſprimenti le velocità d' ambi i fiumi diviſi, rieſce maggiore la ſottoteſa G H, miſura della nuova velocità.

Corollario XI.

La detta nuova velocità G H è però ſempre minore della ſomma d' ambe le velocità G K, e G I, ovvero K H de' fiumi confluenti, eſſendo ſempre due lati maggiori del terzo.

Corollario XII.

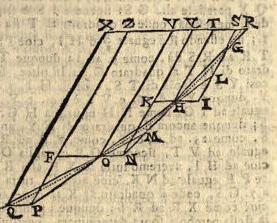
Quanto maggiore è l' angolo dell' inclinazione de' fiumi I G K (purchè non ſia ottuſo, come di fatto in pratica non ſuole accadere, nè potrebbe così mantenerſi lungamente) tanto ſarà maggiore la deviazione di ciaſcuno de' confluenti, come quella dell' influente I G H; imperocchè quanto mag-

maggiore è l'angolo I G K, tanto minore è il suo supplemento a due retti G I H; descrivendo adunque col centro I, e col raggio I H l'arco circolare Y H D, se si ristringe l'angolo G I H, e si faccia diventare come G I D minore di G I H, e si compisca il parallelogrammo G I D Z, per essere la retta I D superiore alla I H, congiungendo G D sarà maggiore l'angolo della deviazione I G D, che non era il primo I G H. Nella stessa maniera si proverà, che diventerà maggiore ancora la deviazione H G K del recipiente, diventando D G Z, descrivendo il cerchio col raggio K H.

SCOLIO I.

Vi ha chi pretende nella ricerca della direzione composta dopo il concorso de' fiumi, doversi porre i lati G K, G I proporzionali non già alle velocità de' fiumi concorrenti, come si è fatto di sopra, ma piuttosto alle forze motrici di essi fiumi, le quali da noi ancora nella Proposiz. 25. sono state dimostrate in ragione composta delle sezioni, e de' quadrati della velocità. Ma questi doveano osservare, che la dimostrazione del moto pel diametro composto de' moti per ambi i lati di un parallelogrammo, unicamente dipende dal farsi nello stesso tempo l'uno, e l'altro de' moti componenti, ed il moto che ne risulta composto; ed in conseguenza esige i lati proporzionali alle velocità impresse nel mobile, e non alle forze, da cui viene spinto; che se alle volte si prendono i lati proporzionali alle forze, ciò accade solo, quando si suppone, che le dette forze applicate ad uno stesso mobile v'imprimano le velocità proporzionali a loro stesse: stimandosi appunto la grandezza delle forze, secondo il grado di velocità che possono imprimere ad uno stesso mobile, standovi applicate nella stessa maniera, e nel medesimo minimo spazio di tempo. Nel nostro caso adunque de' fiumi, supponendosi che il galleggiante G, di cui ci siamo serviti nella proposizione, sia del tutto indifferente al moto, e si lasci trasportare da quelle correnti, che lo involgono, dovrà esso muoversi con quelle stesse velocità, colle quali andavano gli stessi fiumi divisi, e che poi va il tronco unito; e però i lati G I, G K esprimenti le velocità impressegli separatamente da ciascun fiume, debbono necessariamente esprimere ancora le velocità, con cui l'uno, e l'altro fiume separatamente si muove. Tanto più, che non tutto il fiume influente, nè tutto il recipiente colle forze loro si applicano a muovere il galleggiante, ma solo al più una parte di ciascuno eguale al massimo cerchio del globo; nè l'influente O Q X P urta nel suo corso con tutto il recipiente B A X C per vasto che siasi:

ma solo colla parte A N uguale alla sezione O Q dell'influente medesimo. E perchè le forze di moli eguali d'acqua, o di porzioni eguali d'altra materia, sono come le loro velocità; quindi è, che volendo ancora porre i lati G K, G I proporzionali alle forze de' fiumi, che s' incontrano in una medesima sezione, prescindendo ancora dalla finzione di quel galleggiante, e considerando, che l' urto si fa in parti eguali d' acqua dell' uno, e dell' altro fiume, dovranno prendersi i detti lati appunto proporzionali alle velocità d' entrambi i confluenti, e non alle assolute, ed intere loro forze, che non tutte si applicano a cozzare insieme nella confluenza.

SCOLIO II.

E' ben vero, che essendo il recipiente con notabil vantaggio maggiore dell'influente; la direzione composta, e determinata come sopra, tornerà presto a distornarsi: perchè oltre quella parte del recipiente contigua all' influente, la quale contrasta con esso nel primo incontro dell'unione, l'altra parte del recipiente, che scorre lungo la ripa opposta, e poco, o nulla viene urtata dall'influente vicino allo sbocco del medesimo, seguita a un dipresso a scorrere per qualche tratto colla direzione sua appena sensibilmente alterata, finchè s' incontra più abbasso colla nuova direzione composta, che ha preso il recipiente mescolato coll' influente; onde si fa una nuova deviazione, rispingendosi vie più l'acqua verso la ripa contigua all' influente, e scostandosi dalla opposta, sicchè non venga a batterla tanto presto, ma alquanto più in giù. Queste replicate deviazioni, che si vanno cagionando delle parti susseguenti, fanno come una curva, la quale torna a restituire al recipiente la primiera sua direzione, ma con una velocità molto maggiore.

Imperocchè si ripigli il triangolo G I H di cui G I rappresenta la velocità, e direzione dell' influente, I H quella del recipiente avanti il concorso, e G H la composta d'ambidue. Prolungata G H altretanto in N, e condotta N O parallela, ed eguale ad I H, sarà la H O la susseguente direzione, e velocità, composta delle due H N, N O, cioè della prima composta G H, e della H I, che si conserva, come prima del concorso, nelle parti del fiume, non per anco raggiunte dalla spinta dell' influente; e di nuovo prolungata H O altrettanto in P, e posta P Q parallela, ed eguale ad N O, ovvero ad I H, congiungendo la O Q si averà in essa la direzione, e velocità, che in terzo luogo si compone dalla seconda composta H O, ovvero O P, e dalla P Q, ovvero I H, che si mantiene nelle parti ulteriori dell'acqua, e così di mano in mano. Ove si vede, che l'angolo della deviazione del recipiente sempre più si ristrigne, diventando di I H G, N O H, e poi P Q O,

Q O, ed accostandosi sempre più la direzione composta alla prima direzione del recipiente, perchè O H prolungata verso L divide l'angolo I H G, e taglia per mezzo G I in L, e di nuovo Q O prolungata verso M, divide l'angolo N O H, tagliando per mezzo N H in M, e così sempre; ed essendo N H, cioè G H maggiore di G I, come opposta all' angolo ottuso G I H, ed N O eguale ad I H, e l' angolo O N H eguale ad I H N maggiore di H I G, la sottotesa O H sarà maggiore della N H, cioè della H G; e similmente la O Q maggiore di O P, cioè di O H; sicchè sempre si fa maggiore la velocità composta in infinito. Anzi talvolta è tale la forza delle parti del recipiente contigue alla sponda opposta allo sbocco del recipiente, che obbliga l'acqua di questo a tenersi quasi tutta dalla sua banda: come si riconosce allorchè l' influente è torbido, trovandosi chiaro il recipiente, o viceversa qualora è chiaro l' influente, ritrovandosi torbido il recipiente; perchè allora sensibilmente si distingue, l'acqua nuovamente entrata nell'alveo tenersi tutta per lungo tratto contigua alla propria sponda, senza quasi mescolarsi con quella del recipiente. Così fu notato nel Tesino, e nel Panaro influenti del Po, nelle visite fatte in quelle parti per pubblica autorità, e si ha registrato negli atti autentici di quelle Commissioni.

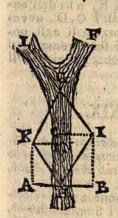
Ma per tornare alle suddette deviazioni infinite del recipiente, può notarsi di passaggio, che i punti G, H, O, Q, ed altri che in infinito si possono in simigliante maniera determinare, sono in una parabola, da determinarsi come appresso. Si prolunghi I G in S, e facciasi G S eguale alla metà di G I: per lo punto S tirisi la R T parallela ad I H, e fatta S R eguale all' ottava parte di H I, col lato retto eguale al duplo della terza proporzionale dopo H I, I G si descriva, per la cima R al diametro R T, nell'angolo G S R la parabola R G H O Q; questa passerà per tutti i punti sopra determinati; perchè condotte le H T, N Y, O V, P Z, Q X parallele alla G S; siccome I S è tripla di G S, così H T è tripla della medesima, onde il quadrato H T sta al quadrato G S, come 9. ad 1.; ma essendo R S eguale $\frac{1}{8}$ d' H I, cioè T S eguale ad un 8, e però ancora T R ad R S stà, come 9. ad 1.; dunque T R ad R S stà, come il quadrato di H T al quadrato G S. In oltre, siccome N G è dupla di G H, così Y S è dupla di T S, cioè di H I, a cui è eguale N O, ovvero V Y, dunque Y S è 16. e V S è 24., e V R sarà 25; ma per essere N K eguale ad I G, come N H uguaglia H G, tutta la N Y è quintupla di G S; dunque ancora il quadrato di N Y, anzi di O V, sta al quadrato G S, come 25. ad 1., cioè, come V R ad R S. Parimente per essere V Z eguale ad V T, siccome O P uguaglia O H, ed X Z eguale a P Q; cioè ad H I, averemo tutta la X R alla R S, come 49 ad 1. e per essere P F eguale ad N K, cioè ad I G, tutta la P Z, cioè la Q X è eguale a 7. G S, onde il quadrato Q X al quadrato G S sta, come 49 ad 1., cioè come X R ad R S; dunque i punti G, H, O, Q e simili sono nella stessa parabola sopra determinata, corrispondendo all' ordinate S G, T H, V O, X Q crescenti nella ragione de' numeri dispari 1. 3. 5. 7. ec.

SCOLIO III.

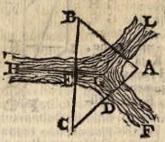
Se le ripe del recipiente allo sbocco dell' influente, e poco sotto di esso, non cedessero all'impressione fatta dal concorso de' fiumi, allora non si muterebbe direzione dal recipiente, ma si manterrebbe in quella di prima, accre-

crescendosi però l'antica sua velocità di tal parte, che stia alla velocità dell'influente, come il seno di compimento dell'inclinazione de' fiumi, al seno totale; imperocchè non potendo il recipiente F G torcersi in G H, ma essendo obbligato dalla resistenza delle ripe a tenersi sulla direzione F G K, eserciterà in essa la velocità G E determinata dalla H E perpendicolare sopra G K tirata dal punto H, risolvendosi la velocità G H impressavi dall'urto vicendevole de' fiumi, nelle due G E, E H, delle quali questa resta inutile, essendo direttamente opposta alle ripe, che sostengono la sua impressione, senza lasciarle avere alcuno effetto; ed era G K la velocità del recipiente; e la parte K E sta alla K H, ovvero G I velocità dell'influente, come il seno di compimento dell' angolo E K H, ovvero I G K, per cui sono i fiumi inclinati l'uno all'altro, al seno totale; onde ec.

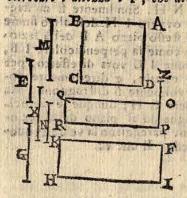
PROPOSIZIONE XXVII.

Benchè le due velocità dell' influente, e del recipiente G I, I H prese insieme sieno assolutamente maggiori della nuova G H risultante dal concorso di essi come nel coroll. XI della precedente; tuttavolta sono eguali quelle a questa, rispettivamente al piano della sezione nell'alveo comune

Tirisi per lo punto H la retta A B perpendicolare alla direzione nuova G H, risultante dalle due concorrenti G I, G K. Sieno condotte ancora le perpendicolari I C, K N sopra G H, e I B, K A sopra B A. La velocità del fiume L G, che è G I ovvero K H, si può intendere composta delle due K A perpendicolare al piano della sezione A B, e della K N parallela alla detta sezione. In quanto la velocità K H ha in se la velocità K N, non fa veruna impressione sul piano della sezione A B, che gli è parallelo, ma solamente inquanto importa la velocità perpendicolare K A, con cui urta in esso. E però la velocità del fiume L G, che assolutamente è come K A, in ordine al piano della sezione A B del tronco comune non conta, se non come K A, ovvero N H. Similmente si mostrerà, che la velocità G K, ovvero I H dell altro fiume F G, rispettivamente allo stesso piano A B della sezione del tronco unito non può valutarsi, se non come la perpendicolare I B, cioè quanto la G N, riuscendo l'altra porzione I C vota di effetto, per essere parallela a B A, ed inoltre per essere eguale, e direttamente opposta all'altra K N, sicchè ambidue vicendevolmente si distruggono. Ma le due N H, G N uguagliano appunto l'intiera G H; dunque le velocità particolari de' fiumi confluenti, prese in riguardo al piano della sezione del tronco, in cui comunemente si uniscono, pareggiano la velocità nuova della direzione composta, e risultante da esse. Il che ec.

PROPOSIZIONE XXVIII.

Date le direzioni F G, L G di due fiumi concorrenti, e la direzione G H dell' alveo comune, in cui si uniscono, trovare la proporzione delle velocità di ciascuno.

Si conducano a ciascuna delle date direzioni, per qual punto si voglia le perpendicolari D C, E B, I A, che incontrandosi formeranno il triangolo A C B (altrimenti non converrebbero insieme nè meno le direzioni de' fiumi, contro l' ipotesi) dico che la velocità del fiume F G, è come A C, quella del fiume L G, come A B, e l' altra del fiume G H, come C B Imperocchè nel quadrilatero D G E C, essendo retti gli angoli in D, ed E, saranno gli altri due D G E, D C E eguali a due retti, e averanno lo stesso seno. Similmente sarà lo stesso seno degli angoli I B E, I G E; e lo stesso quello degli angoli I G D, I A D; ma per li corollarj 3. 4. 5. della prop. 26. la velocità dell' influente, del recipiente, e del tronco unito, sono per ordine, come i seni della deviazione del recipiente, della deviazione dell' influente, e dell' inclinazione d' ambi i fiumi concorrenti; dunque la velocità di L G, a quella di F G, e di G H sta respettivamente, come il seno di D G E, o sia dell' angolo C al seno di I G E, cioè dell' angolo B, ed al seno di I G D, ovvero dell' angolo A; ma in seni di detti angoli sono proporzionali agli opposti lati A B, A C, C B; dunque le velocità ricercate sono come i lati del suddetto triangolo A B C perpendicolari sopra ciascuna direzione; Il che ec.

PROPOSIZIONE XXIX.

Date le quantità dell' acqua, che debbano scaricare in un dato tempo li due fiumi, le cui sezioni A C, O R, e le velocità M, N, confluenti in uno stesso alveo comune, la cui larghezza data I H, colla velocità G, che da tale concorso risulta, ritrovare l' altezza I F, che dee fare l' unione di dette acque.

Trovisi per la Proposizione 21. la velocità ragguagliata E d' ambi i fiumi confluenti, ed applicando alla retta O Q larghezza della sezione O R la superficie dell' altra sezione A C, ne risulti l' altezza O Z, sicchè il rettangolo Z P R uguagli la somma d' ambe le sezioni date: dunque la stessa quantità d' acqua, che passava per le dette sezioni, passerà per la sola Z P R, colla velocità ragguagliata E; si faccia dunque: come il prodotto della nuova velocità G, e della larghezza I H dell' alveo comune, al prodotto di E nella larghezza P R, così l' altezza P Z ad un' altra I F. Questa sarà l' altezza, che si cercava; imperocchè tant'

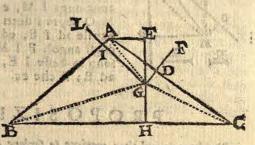
acqua ſmaltirà la ſezione F I H colla velocità G, quanta ne tramanderebbe l'altra ſezione Z P R colla velocità E: cioè quanta ne portavano inſieme i due fiumi concorrenti, per eſſere il prodotto di G nella ſezione F I H, eguale al prodotto di E nella ſezione Z P R. Il che ec.

SCOLIO.

Per la pratica ſi ſpediſce il queſito arimmeticamente, congiungendo inſieme le due quantità d'acqua portate da' fiumi, e dividendo la ſomma per il prodotto della nuova velocità dell'alveo comune nella ſua larghezza. Sia per eſempio A D 7. piedi, D C 130., onde tutta la ſezione piedi quadri 910., la ſua velocità ſia tale, che faccia 4. miglia l'ora, e ſi taſſi per gradi 4 e però la portata della ſua acqua ſarà 3640. ſia altresì O P piedi 15. P R piedi 500., onde la ſezione O P R Q piedi quadri 7500. la ſua velocità ſia di gradi 6. e però la portata della ſua acqua ſi valuti 45000. La larghezza dell' alveo comune I H ſia 505, la velocità G gradi 6, e un cinquanteſimo, il prodotto di queſti due termini ſarebbe 3040 e un decimo ovvero 30401. decimi, per cui dividendo la trovata ſomma dell'acque portate da ambidue i fiumi, ſi ha per quoziente quaſi 16. piedi, cioè preciſamente 16., meno ſedici parti denominate dal numero 30401. e tanta ſarà l'altezza I F riſultante nell'alveo comune.

PROPOSIZIONE XXX.

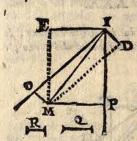
Date le direzioni F G, L G di due fiumi concorrenti in un alveo comune, la cui direzione G H, e date le ſezioni de' due primi, ritrovare la ſezione del terzo, e la velocità di ciaſcuno.

Si faccia G D a G I, come la ſezione del fiume G F a quella del fiume G L, e condotte per D, e per I, le perpendicolari C D A, B I A alle date direzioni, dal punto del concorſo A ſi tiri la perpendicolare A E ſopra la terza direzione G H dell' alveo comune, prolungata oltre l' angolo F G L, quanto biſogna; ed alla G E poſta eguale la G H, tiriſi ad eſſa la perpendicolare C H B, che chiuda il triangolo A B C, e ſi congiungano le A G, B G, C G. Dico, che la ſezione dell' alveo comune ſarà, come G E, ovvero G H, in relazione all' altre due ſezioni rappreſentate dalle G D, G I, e che le velocità di ciaſcun fiume ſaranno, come i lati A C, A B, B C perpendicolari alle loro direzioni, e comprendenti il triangolo A B C. Queſto ſecondo già reſta dimoſtrato nella prop. 28. Il primo ſi dimoſtra così. I triangoli A C G, A G B hanno la ragione compoſta di quella delle baſi A C, A B, rappreſentanti le velocità de' fiumi F G, L G, e di quella dell' altezze G D, G I eſprimenti le ſezioni di eſſi fiumi: ma ancora le quantità d'acqua da eſſi portate ſono in ragione compoſta di quella delle velocità, e di quella delle ſezioni, per la prop. 5.; dunque i detti triangoli A C G, A G B ſono, come le quantità

tità d'acqua portate da' fiumi F G, L G; ma per essere G H eguale a G E, cioè la metà della E H, altezza del triangolo A C B, sarà il triangolo C G B la metà di esso A C B, e conseguentemente eguale alla somma dei triangoli A G C, A G B, siccome la quantità d'acqua, che portar dee l'alveo comune G H, dee perappunto uguagliare le due quantità portate dagli due fiumi in altr'e tanto tempo. Sta dunque il triangolo C G B al triangolo C G A come la quantità d'acqua portata dall'alveo comune G H alla quantità portata dal solo fiume F G, cioè in ragione composta delle velocità C B, C A, e delle sezioni; ma è ancora in ragione composta delle basi medesime C B, C A, e dell'altezze G H, G D, dunque stanno queste come le sezioni, onde esprimendo G D la sezione del fiume F G, esprimerà G H la sezione dell'alveo comune; il che ec.

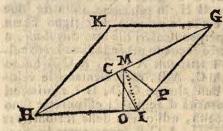
SCOLIO.

In molte altre maniere si può sciogliere lo stesso problema, premesso però il seguente

Lemma.

Dividere l'angolo dato P I O, in maniera, che i seni degli angoli P I M, M I O abbiano una data ragione di Q ad R.

Si alzi sopra il lato P I la perpendicolare I E, e sopra il lato I O la perpendicolare I D, tagliando I E, e I D nella data ragione di Q ad R; e per lo punto E tirando E M parallela ad I P, e per D la D M parallela ad I O, dove s' incontrano in M si congiunga I M, e conducansi le perpendicolari M P, M O sopra i detti lati, è manifesto, per essere M P eguale ad I E, ed M O eguale ad I D, che i seni degli angoli P I M, M I O; preso per raggio I M sono le stesse I E, I D, cioè nella data ragione di Q ad R; Il che ec.

PROPOSIZIONE XXXI.

Ritrovare in un'altra maniera la sezione dell'alveo comune date le sezioni de' fiumi confluenti.

Sia il solito parallelogrammo G K H I, che esprime le velocità, e direzioni de' fiumi divisi, e del tronco unito, co' lati G K, G I, e col diametro G H. Si tiri sopra G H dall' angolo I la perpendicolare I C, ed esso angolo dividasi colla retta I M in maniera, che il seno dell' angolo G I M a quello dell' angolo H I M, stia come la sezione del fiume G I alla sezione del fiume G K, e tirinsi le perpendicolari M P, M O

M O sopra i lati G I, I H. Dico che, esprimendo i seni M P, M O le sezioni de' fiumi confluenti, esprimerà la perpendicolare I C la sezione ricercata dell'alveo comune. Perchè il triangolo G M I al triangolo I M H è in ragione composta di G I ad I H (che sono le velocità de' fiumi confluenti) e di M P ad M O (che sono le loro sezioni) ed anche la quantità dell' acqua portata dal fiume G I a quella portata dall'altro è in ragione composta delle medesime, starà quel triangolo a questo, come la quantità d'acqua del primo fiume alla quantità del secondo, e componendo, il triangolo G I H al triangolo I M H starà come la somma delle due quantità d'acqua portate da ambi i fiumi (cioè come l' acqua che si scarica per l'alveo comune colla velocità G H) all'acqua sola del secondo confluente, e però in ragione composta di G H ad H I (che sono le velocità) e della sezione dell'alveo comune, alla M O che rappresenta la sezione del secondo fiume; ma il triangolo G I H al triangolo I M H è ancora in ragione composta di G H ad H I, e di I C ad M O, dunque I C rappresenterà la sezione dell'alveo comune, in relazione delle M P, M O esprimenti le sezioni de' fiumi confluenti, il che ec.

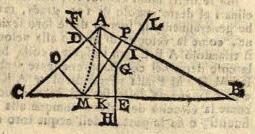
PROPOSIZIONE XXXII.

Date le quantità d'acqua portate da' fiumi confluenti, ritrovare la ragione delle loro sezioni, e di quella dell' alveo comune, supposte, come sopra, le direzioni, e velocità loro.

Si faccia, come la quantità dell'acqua, che porta il primo fiume G I, a quella che porta l' altro confluente, così G M ad M H. Condotte le perpendicolari M P, M O, I C sopra i lati, e sopra il diametro del solito parallelogrammo G I H K, si rappresenteranno da esse rispettivamente le sezioni del primo, e del secondo confluente, e dell' alveo comune perchè come G M ad M H, così stanno i triangoli G M I, M I H, saranno questi, come la quantità dell' acqua portata da' fiumi confluenti; e tutto il triangolo G I H, come la quantità portata dall' alveo comune; però li detti triangoli saranno in ragione composta delle velocità rispettive di ciascun fiume, e del comune tronco, e delle loro sezioni; ma sono ancora in ragione composta delle basi, e dell' altezze, dunque essendo le basi G I, I H, G H omologhe alle velocità, saranno l'altezze M P, M O, I C come le sezioni; il che ec.

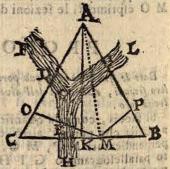
PROPOSIZIONE XXXIII.

Date le stesse cose, trovare le medesime sezioni in altra maniera.

Si ripigli il triangolo A B C fatto dalle perpendicolari condotte sopra ciascuna delle date direzioni de' fiumi L G, F G, G H, ed esprimenti le loro velocità, come nella Prop. 28., e il lato B C omologo alla velocità dell' alveo comune G H, dividasi in M, di maniera che stia B M ad M C, come la

quan-

quantità d'acqua portata dal fiume G L a quella che porta l' altra F G; ed in conseguenza tutta la B C sarà come la quantità d' acqua, che dee scaricarsi per l' alveo comune G H; onde ancora i triangoli A B M, A M C, A B C saranno come le dette quantità d' acqua, cioè in ragione composta delle velocità A B, A C, B C, e delle sezioni rispettivamente de' fiumi L G, F G, G H; ma condotte le perpendicolari M P, M O dal punto M ne' lati, e A K dall' angolo A sulla base, sono i detti triangoli A B M, A M C, A B C ancora in ragione composta delle basi A B, A C, B C, e dell' altezze loro M P, M O, A K; dunque saranno queste perpendicolari, come le sezioni per ordine de' fiumi L G, F G, G H. Il che ec.

Corollario I.

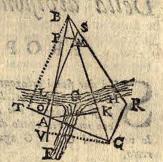
Se i due fiumi L G, F G fussero inclinati ad un angolo L G F di 120. gradi, e fussero egualmente veloci, onde il tronco unito G H egualmente deviando da ambedue, sarebbe altresì a ciascuno di essi inclinato ad un pari angolo di 120. gradi, e però il triangolo A B C averebbe ciascun angolo di 60. gradi, cioè sarebbe equilatero, allora la somma delle sezioni d' amendue i fiumi confluenti uguaglierebbe la sezione dell' alveo comune: perchè essendo A C eguale ad A B, la somma de' triangoli A M C, A M B uguaglia un triangolo, che abbia per base A C, e per altezza la somma delle perpendicolari M O, M P; la detta somma uguaglia altresì il triangolo intero A B C, la cui base è B C, e l' altezza A K, dunque essendo A C eguale a B C, sarà ancora A K eguale alla somma delle due perpendicolari M O, M P, e le dette perpendicolari sono come le sezioni de' fiumi: dunque le due sezioni de' fiumi L G, F G uguagliano la sezione del tronco unito G H, o siano i confluenti d' eguale portata d' acqua (nel qual caso il punto M coinciderebbe col punto K, e le sezioni M P, M O sarebbero anch' esse eguali) o siano di diversa portata d' acqua, ma egualmente veloci, dividendosi B C nel punto M in parti disuguali.

Corollario II.

Ma se detti fiumi confluenti, essendo egualmente veloci, non fussero inclinati al detto angolo di 120. gradi, ma ad un altro qualsivoglia, sarebbe generalmente la somma delle loro sezioni alla sezione dell' alveo comune, come la velocità di questo alla velocità di ciascuno di quelli; perchè il triangolo A B C sarà isoscele, colla base B C disuguale a' lati, ma per le cose dette nel coroll. antecedente sarà la somma delle due perpendicolari M O, M P alla perpendicolare A K, come la base B C al lato C A, e però la somma delle sezioni de' confluenti alla sezione dell' alveo unito, come la velocità dell' alveo comune alla velocità di ciascheduno de' confluenti, o sia la portata dell' acqua loro eguale, o no.

PRO-

PROPOSIZIONE XXXIV.

Essendo la medesima quantità d' acqua, che tra tutti e due i confluenti L G, F G portano nell' alveo comune G H, quanto più disugualmente sarà distribuita fra essi, di maniera che il più veloce ne porti meno, avendo ancora minor sezione, tanto maggiore sarà la somma delle sezioni d' ambidue i confluenti.

Perchè fatto il solito triangolo A B C, che rappresenta le velocità di ciascuno, ed espressa la quantità dell' acqua, che portano insieme ambidue i fiumi nell' alveo comune, per lo lato B C; dividendolo, come nella Prop. precedente in M, sicchè stia C M ad M B, come la quantità d' acqua del fiume F G a quella dell' altro L G, se questo è il più veloce, sarà B A maggiore di C A; e l' angolo B C A maggiore dell' altro C B A, e la perpendicolare B T (che è il seno di quello, prendendo per raggio C B) maggiore della perpendicolare C V [che similmente è il seno di questo] e posta C R perpendicolare al lato C A, e eguale alla perpendicolare C V, congiunta R B, se per lo punto M si tireranno le perpendicolari M P sopra il lato B A, ed M O sopra il lato C A, prolungata O M al concorso di R B in S, sarà M S eguale ad M P, come C R uguaglia C V, e però la somma delle perpendicolari M P, M O, sarà eguale ad S O; ma nel trapezio B T C R, essendo B T maggiore della parallela C R eguale a C V, le rette B R, T C prolungate converrebbero dalla parte di R C, e però le parallele ad essa, come O S si fanno minori, secondo che più si accostano ad R C, e maggiori secondo che più si avvicinano alla B T, cadendo il punto M più vicino al punto B. Dunque secondo che la quantità dell' acqua C B portata da i due confluenti F G, L G sarà distribuita più disugualmente, di maniera, che il più veloce L G colla sua sezione minore M P ne porti minor porzione M B, e l' altro meno veloce F G colla sua maggior sezione M O, ne scarichi la maggior parte C M, la somma delle loro sezioni M P, M O sarà necessariamente maggiore, che se crescesse la quantità dell' acqua portata dal primo, e diminuisse altrettanto quella del secondo. Il che ec.

Corollario.

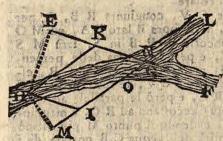
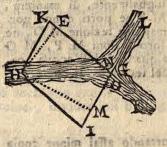
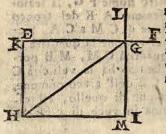
Si osservi, che dalla sezione del fiume L G portando assai minor copia d' acqua B M, della quantità M C portata dall' altro fiume F G, la sezione di questo M O riesce molto maggiore della sezione A K del tronco unito G H, essendo M O ad A K nella stessa ragione di C M a C A. Sicchè quindi ancora s' inferisce, che avendo maggior ragione la quantità d' acqua C M del recipiente F G alla somma delle quantità C M, M B portate dal detto recipiente, e dall' influente L G, che non ha la velocità C A del recipiente avanti il concorso, alla velocità C B dell' alveo comune, sempre la sezione di questo riesce minore della sezione di quello, ed essendo in pari larghezza, l' altezza dell' acqua scema in vece di crescere per l' unione dell' influente L G.

CA-

CAPITOLO V.

Della divisione di un fiume in più rami.

PROPOSIZIONE XXXV.

SE i due fiumi orizzontali L G, F G, mossi colle velocità G I, G K si uniscano in un tronco, la cui velocità, e direzione sarebbe G H; e poi viceversa si supponga, che lo stesso tronco H G colla stessa velocità H G dovesse con moto retrogado diramarsi ne' due rami G L, G F, non restituirà loro le velocità I G, K G uguali alle prime, se non quando l' angolo L G F fusse retto.

Perchè quando il detto angolo sia acuto, ovvero ottuso, tirate dal punto H le perpendicolari H F., H M sopra le direzioni G K, G I, si consideri che il moto per la direzione H G si comporrà del moto per la direzione E G, e di quello per la perpendicolare H. E; dunque la porzione dell'acqua, che si deriva per l'alveo G F, vi anderà affetta di queste due velocità, una come E G parallela alla stessa direzione G F, l'altra come H E per una direzione perpendicolare alle ripe, dalla resistenza delle quali verrà impedito il suo effetto, onde rimarrà viva la sola velocità E G nell' acqua diramata pel canale G F, e con questa velocità dovrà muoversi, non colla primitiva sua velocità G K, con cui era venuta nell'alveo comune. Similmente si proverà, che pel ramo G L sarà derivata l'acqua colla velocità G M, non colla primitiva G I, da cui era affetta nell' unirsi alla confluenza; dunque non ritornerebbero l'acque ne' suoi canali, diramandosi dal tronco suo comune, colle medesime velocità, con cui si erano unite ad esso; eccetto che, quando l'angolo F G L (come nella altra fig.) fusse retto, perchè allora le perpendicolari H E, H M confondendosi co' lati H K, H I, le velocità derivate ne' rami sarebbero eguali alle loro primitive. Il che ec.

Corollario.

E' manifesto, che le velocità E G, M G da derivarsi ne' rami sono maggio-

giori delle loro primitive G K, G I, quando l'angolo L G F della confluenza è acuto (*fig.* 1.) Ma quando è ottuso [*fig.* 2.] allora sono minori quelle di queste.

SCOLIO.

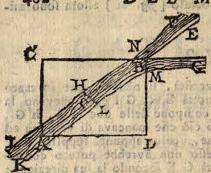
Per intender bene la ragione di tale diversità, si osservi, che in tanto nel primo caso dell'angolo acuto, le velocità G K, G I componevano la velocità G H, la quale perfettamente si compone delle due H E, E G, ovvero delle due H M, M G, in quanto ciò che mancava di velocità ad uno de' fiumi confluenti nella sua direzione, veniva appunto supplito dall' altro. Per esempio il fiume F G da se stesso non avrebbe potuto contribuire all'alveo comune, se non la velocità G K secondo la sua direzione; ma l'altra velocità del fiume L G, cioè G I, o pure K H, suppliva il residuo della velocità K E, ed aggiungeva di più la velocità secondo la perpendicolare H E (mercecchè la stessa velocità K H si compone perfettamente delle due suddette K E, H E, ed in esse può risolversi) sicchè da' due fiumi confluenti veniva così comunicata al tronco unito la velocità G E, colla velocità E H, dalle quali si compone la stessa G H.

Similmente nel secondo caso dell'angolo L G F ottuso, è vero che il fiume F G avrebbe da se portato nell'alveo comune tutta la velocità G K, di cui per la sua direzione era affetto; ma l' altro confluente L G comunicandovi la sua velocità G I, ovvero K H, la quale si risolve nelle due K E, E H, viene a distruggere colla velocità K E contraria quella porzione E K di tutta la velocità G K comunicata dal primo fiume F G, e però resta nell' alveo comune la sola velocità G E, coll' altra E H, le quali perfettamente compongono la detta G H.

Ma quando il comune tronco H G si dee viceversa diramare ne due canali G F, G L, non si può il moto G E talmente distribuire, che nel caso dell'angolo acuto la sola parte K G passi nell'alveo G F, e l'altra parte K E si restituisca all'alveo G L, non essendovi comunicazione tra l'acque distribuite in diversi canali, sicchè l' una possa contemperare la velocità dell' altra: e similmente nel caso dell'angolo ottuso, non può la velocità G K risvegliarsi interamente, dopo d' essere stata la sua porzione E K smorzata dalla contraria velocità K E; e però nell'alveo G F passerà la velocità E G, siccome nell'altro G L la sola M G.

PROPOSIZIONE XXXVI.

Si può dar caso, che dello stesso fiume K N, una parte si derivi nel canale B G deviando dal suo corso, continuando l' altra parte pel canale B E colla stessa direzione, e velocità di prima.

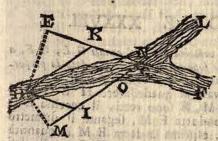
Perchè scorrendo tutte la parti del fiume K N con moto parallelo alle ripe, ancorchè l' intendessimo diviso in due canali separati da un sottilissimo piano A B interpostovi, parallelo anch' esso alle medesime ripe, tanto seguiterebbe ciascuna parte del fiume così diviso a scorrere colla stessa direzione, e velocità, non potendo essere impedita, nè alterata dall' interposizione di esso piano, prescindendo da ogni soffregamento, che potesse accadere nell' accostarsi ad esso le parti dell' acqua, che non credo possa alcuno pretendere doversene fare un minimo conto. Dunque continuandosi la

si la ripa B E del canale B F col detto piano immaginario A B, dovrà esso canale con pari facilità ricevere l'acqua, che gli si tramanda proporzionata alla sua larghezza dell'alveo A N: nè potrà la deviazione dell'acqua residua K B nel canale G B punto ostare al diretto progresso della suddetta porzione A N pel ramo B F; perchè quantunque la velocità A B, comune alle due parti K B, A N, dell' alveo K N, si risolva nelle due collaterali A C, C B, ovvero A D, delle quali la sola A D, o C B serve a promuovere l' acqua distornata pel canale G B, e l' altra A C, se urtasse nell' acqua del canale contiguo B F, potrebbe distornarla dalla primiera sua direzione: tuttavolta il massiccio G B E della ripa interposta a questi canali, sostenendo tutto l'impeto A C, che gli è perpendicolare, non permette, che veruna alterazione possa apportare all' acqua, che direttamente continua il suo viaggio pel canale B F. Il che ec.

SCOLIO.

Quindi ancora si conferma la verità della Prop. precedente, cioè che se due fiumi si uniscono in un solo, componendo nell' alveo comune una certa velocità risultante da quelle de' confluenti, non ne segue, che viceversa dovendo un fiume dotato della detta velocità diramarsi in due canali egualmente inclinati al tronco, come erano prima li due confluenti, ed egualmente capaci, debba restituirsi a ciascuno di essi la medesima velocità componente, che prodotta avea la velocità del comune tronco; imperocchè se dovessero i canali F B, G B concorrere in un solo tronco, andando il primo colla velocità B A, il secondo colla B C, non sarebbe possibile, nè che si mantenesse il tronco unito sulla direzione B A propria del primo influente, se non per qualche violenta resistenza insuperabile nelle ripe così artifizialmente disposte; nè che potesse camminare colla sola velocità B A del medesimo primo canale; e pure secondo questa proposizione può il tronco K N diramarsi naturalmente ne' due rami B F, B G, ritenendo in un solo di essi la prima direzione, e l' antica velocità A B. Il che avviene, perchè se si unissero l'acque F B, G B nel tronco B A, non potrebbero fare a meno, per l' inclinazione del corso loro, di non urtarsi vicendevolmente, e così cagionare nell' unione dell' acque una direzione, ed una velocità composta delle direzioni, e velocità loro particolari; laddove scorrendo l'acqua pel tronco comune K N fino all' imboccature B N, B M de' due canali, non si urta altrimenti, ma cammina parallela alle sponde, e però quella che si torce nel canale B G non può alterare il corso di quella, che proseguisce a scorrere continuatamente per l' altro ramo B F posto in diritto col tronco principale.

PRO-

PROPOSIZIONE XXXVII.

Date le direzioni de' canali G L, G F, ne' quali dee diramarsi il fiume H G, la cui direzione, e velocità si esprima colla stessa H G, determinare le velocità da comunicarsi a ciascuno di quelli.

Tirinsi le perpendicolari H M, H E sopra le date direzioni G L, G F. Dico che la velocità da comunicarsi al canale G L sarà M G, e quella da comunicarsi all' altro ramo G F, sarà E G. Imperocchè dividasi mentalmente con un piano verticale G H il tronco superiore in due fiumi contigui, e paralleli, H N, H O; e si concepisca, che l' acqua del canale H N trovando l' ostacolo in G è forzata a piegarsi nell' alveo N L, siccome ancora l' acqua dell' altro contiguo canale H O è obbligata a piegarsi per l' alveo G F; dunque per la prop. 9 la velocità del fiume N nell' alveo H G starà alla velocità dopo il suo piegamento per G L, come il seno totale al seno di compimento della sua deviazione H G I, cioè come H G ad M G. Similmente torcendo il fiume H O dalla direzione H G nella G F, starà la sua velocità per H G a quella per G F, come il seno totale H G al seno di compimento della sua deviazione H G K, che è la E G; dunque le dette linee M G, E G esprimono le velocità, colle quali si dirama l' acqua del tronco H G ne' rami G L, G F; il che ec.

Corollario I.

Se gli alvei G L, G F saranno egualmente inclinati al tronco principale H G, si comunicherà ad essi l' acqua con eguale velocità, perchè essendo gli angoli H G I, H G K eguali, il seno di compimento G M pareggerà l' altro G E; e la quantità d' acqua derivata in essi sarà proporzionale alla loro capacità, o ampiezza.

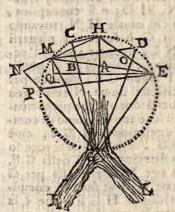
Corollario II.

Ma essendo disugualmente inclinati, quell' alveo, che fa angolo più acuto col tronco ne participerà maggiore velocità dell' altro; perchè essendo minore l' angolo H G I dell' altro H G K, il compimento del primo G H M è maggiore di quello del secondo G H E, onde il seno G M, che misura la velocità derivata nell' alveo G L, sarà maggiore del seno G E, che misura la velocità dell' altro G F.

Corollario III.

Onde in pari larghezza de' due rami L G, F G il più inclinato al tronco principale, come L G, deriverà da esso più acqua, che il meno inclinato G F.

PROPOSIZIONE XXXVIII.

Diramandosi il fiume, la cui direzione, e velocità H G ne' canali G L, G F, a quali comunica le velocità G M, G E, come sopra determinate: e data la proporzione, con cui si divide l'acqua ne' detti canali, trovare le loro sezioni.

Circoscrivasi al quadrilatero H E G M, i cui angoli M, E sono retti, il cerchio E D M G, e condotta E M, segante il diametro H G in A, esprima la detta E M la quantità dell'acqua di tutto il tronco H G, e dividasi nella data ragione con cui si distribuisce l'acqua ne' rami G L, G F. Il punto della divisione, o cade nel punto A, o altrove, come in B. Nel primo caso adunque, essendo la quantità dell'acqua, che si deriva in G L, a quella che si deriva in G F, come M A ad A E, saranno le sezioni di essi rami G L, G F respettivamente, come H M ad H E, essendo la sezione del tronco H G, come la perpendicolare E Q tirata dal punto E sopra M Q parallela ad H G; imperocchè allora la quantità d'acqua, che si comunica a G L, a quella che si deriva in G F, essendo come M A ad A E, sarà ancora come il triangolo H G M al triangolo H G E, cioè in ragione composta delle velocità G M, G E, e delle altezze H M, H E; ma è ancora in ragione composta delle dette velocità, e delle sezioni; dunque H M ad H E è come la sezione del ramo G L a quella del ramo G F; essendo la quantità dell'acqua di tutto il tronco H G omologa alla somma di detti triangoli, che è in ragione composta della base H G, e della E Q somma delle loro altezze; onde esprimendo H G la velocità del tronco, esprimerà E Q le sezione di esso, in relazione all'altre sopra determinate.

Ma nel secondo caso, cadendo la divisione in B; si congiunga G B stesa alla circonferenza in C; e alla corda C H si tirino da punti M, E le parallele M D, E P, e si congiungano G D, G P, di cui quella concorra alla corda H E in O, e questa colla corda H M in N. Dico che la sezione del ramo G L a quella del ramo G F sarà, come H O ad H N, essendo quella del tronco, come E M. Perchè essendo D M parallela ad H C, sarà l'arco C M eguale all'arco D H, e l' angolo B G M eguale all' angolo O G H; ma ancora l' angolo B M G uguaglia l' angolo O H G, per essere nello stesso segmento, dunque sono simili i triangoli M G B, H G O, e sarà G M ad M B, come G H ad H O, onde il prodotto di G M in H O uguaglierà il prodotto di G H in M B. Similmente si proverà, che

che l' E G H uguagliando l'angolo C G P, apponendovi di comune l'angolo H G C, ſarà l'angolo E G B uguale all'angolo H G N, e per eſſere gli angoli G E B, G H N nello ſteſſo ſegmento, i triangoli G E B, G H N ſono ſimili; onde G E ad E B ſta come G H ad H N, e però il prodotto di G E in H N eguaglia il prodotto di G H in E B. Ma la quantità d'acqua dell'alveo G L a quella dell'alveo G F, ſta come M B ad E B, eſſendo tutta l'acqua del tronco H G, come tutta la M E, ed in conſeguenza le dette quantità ſono, come i prodotti per ordine di H G in M B, di H G in E B, e di H G in E M; dunque ſono ancora, come i prodotti di G M in H O, di G E in H N, e di G H in E M: e ſono ancora, come i prodotti delle reſpettive velocità, e delle ſezioni: dunque eſſendo G M, G E, G H come le velocità, ſaranno H O, H N, E M come le ſezioni degli alvei G L, G F, H G. Il che ec.

Corollario I.

Se accade, che la ſteſſa M E ſia parallela ad H C allora coincidono i punti O, D col punto E, ed i punti P, N col punto M; onde la ſezione di G L a quella di G F, è come H E ad H M, cioè reciprocamente come il ſeno dell'inclinazione del ramo G F, al ſeno dell' inclinazione del ramo G L verſo il tronco H G, eſſendo la ſezione di queſto E M, come il ſeno dell'inclinazione tra loro d' ambidue i rami.

Corollario II.

Le larghezze degli alvei, ſuppoſto che almeno nello sbocco de' rami ſieno d'eguale altezza col tronco, ſaranno come le ſezioni ſopra determinate.

PROPOSIZIONE XXXIX.

Se la ſezione del tronco G H a quella del tronco G L ſta come M E ad E H, ancora all'altra del tronco G F ſtarà come E M alla corda M H, e le ſezioni de' rami ſuddetti ſaranno come le corde H E, H M.

Imperocchè eſſendo H G la velocità del tronco, quando E M eſprime la ſezione R S di eſſo, il rettangolo di H G in E M è omologo a tutta la quantità d'acqua della ſua portata, ed eſſendo G M la velocità del fiume diramato G L, ed eſprimendoſi dalla H E la ſua ſezione T Y, il rettangolo di G M in H E è omologo alla quantità d'acqua derivata per l' alveo G L; ma pel teorema famoſo di Tolomeo, il rettangolo di H G in E M uguaglia la ſomma de' rettangoli G M in H E, e di G E in H M, ſiccome tutta la quantità dell'acqua, che ſcorre pel tronco H G uguaglia la ſomma delle quantità d'acqua derivate ne' rami G L,

G F; dunque il residuo rettangolo di G E in H M è omologo alla quantità d'acqua derivata per l'alveo G F; ed è il lato G E come la velocità di esso: dunque l'altro lato H M è come la sua sezione X Y; onde è manifesto ciò che si era proposto da dimostrare.

Corollario.

La quantità d'acqua trasmessa per l'alveo G L, a quella che si deriva per l'altro G F, fatto l'angolo M H B eguale all'angolo E H A, sarà come E B a B M; imperocchè il triangolo M H B è simile all'altro E H G, onde H M ad M B sta come G H ad G E, e però il rettangolo di H M in E G, omologo all'acqua derivata pel ramo G F, uguaglia il rettangolo di G H in M B. Similmente il rettangolo di G M in E H, omologo alla quantità d'acqua derivata pel canale G L, uguaglia il rettangolo di G H in E B; dunque la quantità d'acqua di questo ramo G L alla quantità dell'altro ramo G F, è come E B a B M, e a tutta l'acqua del tronco H G, come la stessa E B a tutta la E M.

CAPITOLO VI.

Varj metodi per misurare attualmente la velocità de' fiumi.

PROPOSIZIONE XL.

Misurare la velocità della superficie d'un fiume, per mezzo di un galleggiante.

Scelgasi un tratto il più lungo, ed il più diritto, e regolare, che avere si possa nel fiume, e misurando sulla ripa un intervallo di quella lunghezza, che parrà convenevole, come sarebbe di cento, o dugento pertiche, o un mezzo miglio ec. (quanto maggiore sarà l'intervallo, più esatta riuscirà l'osservazione, e più prossima al vero) si accordino due osservatori, uno che stando in una barchetta verso il mezzo del fiume, sia pronto ad un dato cenno [per esempio ad un fischio, al suono d'un campanello, al tiro d'una pistola, o mortaletto ec. secondo che sarà opportuno, attesa la lontananza, la quale se sarà piccola, basterà ancora alzare la mano con un fazoletto, o altro segno visibile] a porre il galleggiante nell'acqua nel filone del fiume, lasciandolo trasportare dalla corrente; l'altro stia sulla ripa nel termine inferiore della distanza già misurata, subito udito il segno, colla mostra d'un orologio in mano osservandone i minuti; o pure accostandola all'orecchio, per udire, e noverare i varj colpi, che intanto danno le palettine del fuso, o asta del tempo, urtando nei denti della ruota serpentina; ovvero numerando le vibrazioni d'un pendolo di nota lunghezza, che misuri i secondi, o i mezzi secondi; aspetti, che il galleggiante sia giunto dirimpetto a lui; che così po-

potrà conoſcerſi in quanto tempo il detto galleggiante traportato dall'acqua, ovvero l'acqua medeſima, che lo porta, abbia paſſato il già determinato ſpazio; e conſeguentemente ſi farà nota la velocità di eſſo fiume in ſuperficie; e ripetendo l'eſperimento in altri fiumi, o in altre parti del medeſimo, ſi conoſcerà la proporzione delle velocità, di cui ſono affetti. Il che ec.

SCOLIO.

Si oſſervi, che nel tratto, per cui dee farſi l'eſperienza, non vi ſia coſa, che poſſa alterare il corſo dell'acqua, o diſtornare il galleggiante dalla direzione del filone, o accelerarlo, o ritardarlo; per la qual coſa, quello che colla barchetta ha poſto il galleggiante nell'acqua non ſi curi di ſeguitarlo colla barca, anzi aſpetti a tornare a ripa, dopo che il medeſimo galleggiante è gia lontano da quel ſito. Sia ancora ſcelto un tempo di aria quieta, e tranquilla, acciocchè il vento a ſeconda, o contrario al corſo dell'acqua, o comunque inclinato ad eſſo, non accelleri, non ritardi, o non diſtorni il detto galleggiante dalla ſua direzione. Per la qual coſa ancora ſi abbia avvertenza, che la materia ſcelta per galleggiare non ſia gran coſa più leggiera dell'acqua, sì perchè eſſendo quaſi della medeſima gravità ſpecifica con eſſa, verrà moſſa colla ſteſſa velocità, come ſe fuſſe altrettanta mole d'acqua, quanto è il luogo, che vi occupa, e ſi ancora acciocchè non ſopravvanzi molto la ſuperficie di eſſa acqua, ed il vento non vi abbia ſu preſa, nè l'aria poſſa contraſtare gran coſa al movimento di eſſa, urtando nella parte, che ſopravanza al livello dell'acqua: ma dovrebbe ſcieglierſi come una palla, che colla maggior parte di ſe fuſſe ſommerſa, purchè tanto ne avanzaſſe, che rimaneſſe viſibile il ſuo arrivo agli oſſervatori.

Il P. Cabeo nel libro 1. delle meteore al teſto 58. queſt. 3. propone, in vece della palla ſuggerita dall'Abate Caſtelli, un'aſta di legno aſſai lunga, con un peſo D attaccatovi in fondo, per tenerla diritta, ed una corona di zucche, o veſciche B, C legatevi dal capo A, ſicchè immerſa nel fiume poſſa galleggiare la ſola parte B A C, ed il reſto rimanere ſommerſo. Ma dubito, che l'aria, incontrata dalla medeſima porzione B A C poſta a fior d'acqua, non alteraſſe troppo il ſuo movimento. Inoltre, ciò non ſervirebbe a miſurare la velocità della ſuperficie dell'acqua, nè di altra parte inferiore determinata di eſſa, perchè eſſendo tutta la lunghezza ſommerſa dell'aſta inveſtita da varie velocità competenti a diverſe parti dell'acqua in varie diſtanze dalla ſua ſuperficie, ne naſcerebbe in eſſa un moto miſto, ed attemperato, che averebbe una velocità, di cui non ſaprebbamo dire, a quale altezza dell'acqua corriſponderebbe, ſe prima non ci fuſſe nota la proporzione della velocità di varie parti dell'acqua in diverſe altezze: il che appunto è quello, che ſi voleva indagare. Si aggiunga la gran difficoltà di adattare in tal maniera il peſo D, che faccia ſtare ritta l'aſta, e non inclinata; il che ſe non ſi ottiene, reſta molto turbata la ragione della velocità, che ſi dovea determinare.

Il Barattieri Architetto dell'acque prop. 2 lib 1 cap. 6. propone una tavola di legno ſottile, e piana come ſarebbe L O M, in cui parimente ſta infilata un'aſta di legno R H, dalla banda di ſotto nel termine H più pe-

pesante, o renduta tale col peso D attaccatovi, tale, che basti a tenerla ritta, quando sarà immersa nell'acqua, in maniera, che il piano di essa tavola L M O N si adatti alla superficie del fiume, e si muova con essa. Certamente sarà più facile il mantenere diritta quest'asta, mercè della tavola, che dee stare a fior d'acqua, che non sarebbe rispetto a quella del P. Cabeo; ma non ardirei assicurare, che questo strumento fusse lontano da ogni eccezione, anzi che non avesse tutte l'altre difficoltà considerate nell'altro già proposto di sopra.

PROPOSIZIONE XLI.

Esaminare, se in un fiume si muovano le inferiori parti dell' acqua con maggiore, o con minore velocità.

Si piglino due palle di cera L, M, e si connettano con un filo L M di quella lunghezza, che bisogna, secondo la distanza delle parti d'acqua, la cui velocità si desidera di paragonare; ma si faccia la palla M alquanto più grave, mescolandovi delle schegge di pietra, o di mattone, acciocchè essendo poste tutte e due dentro l'acqua, si mantenga inferiore all'altra L, e tirandola abbasso la faccia meglio infondere, di quello che farebbe, se fusse da se staccata, e così la tenga come a fior d'acqua. Se abbandonandosi le dette palle alla corrente del fiume, si vedrà l'inferiore rimanere addietro della superiore, sarà segno, che le parti inferiori dell'acqua sieno affette di minore velocità, che le superiori, e al contrario, quando si vegga l'inferiore precedere la superiore, indicherà maggior velocità nelle parti dell'acqua profonda, che nella superficie. Il che ec.

Monsù Mariotte nel suo Trattato del Movimento dell'acque prop. 2. disc. 3. dopo la regola quinta, attesta di aver sempre osservato, che la palla inferiore rimaneva addietro ne' canali di soli tre piedi di profondità, principalmente quando la palla disotto passava assai appresso al fondo, ove fussero dell'erbe, o sterpi, che doveano raffrenare la naturale velocità dell' acqua in quelle parti: ma allora che si mettevano le dette palle in qualche luogo, dove l'acqua incontrando qualche ostacolo si elevasse un poco, acquistando così un corso più rapido, come discendendo per un maggiore declivio [ciò che suole accadere sotto a ponti, ove l'acqua è obbligata a restringersi passando tra le pile di essi] la palla inferiore avanzava la superiore.

PROPOSIZIONE XLII.

Se da una funicella E A, penda un peso A, il quale s' immerga dentro l' acqua corrente, l' impeto di cui lo distorni dal perpendicolo E G, e lo disponga nel sito obliquo E A, sarà il momento della gravità del peso A alla forza dell' impeto impresso al medesimo dall' acqua, come il seno dell' inclinazione della funicella coll' orizzonte, al seno della sua declinazione dal perpendicolo.

Per-

Perchè intorno al diametro A C fatto il rettangolo A B C D, co' lati A B orizzontale, e B C perpendicolare, si averanno tre potenze in equilibrio, cioè la gravità del peso A, la quale tira per la direzione D A, ovvero C B, la forza dell' impeto, che l'acqua imprime alla palla, spingendola orizzontalmente, secondo la sua direzione C D, ovvero B A, e la forza di chi sostiene in E il filo colla palla annessa, perchè non cada; reggendola secondo la direzione A C E, direttamente opposta alla C A, che si compone dell'altre due forze secondo C B, e secondo C D. Adunque per le note regole della meccanica dimostrate da me nell' Epistola Geometrica del momento de' Gravi, e dal Signor Ceniga nelle note al num 12 saranno i lati, ed il diametro di detto rettangolo proporzionali alle forze operanti secondo le loro direzioni: cioè la forza che sostiene in E sarà come A C, la forza della gravità del peso A, come C B, e la forza dell' impeto dell' acqua, cioè la velocità impressa al globo, come C D; ma C B è il seno dell' angolo C A B, per cui resta la funicella inclinata all' orizzonte e C D è il seno dell' angolo C A D, ovvero C E G, per cui declina la detta funicella dal perpendicolo: dunque ec. il che ec.

Corollario I.

Essendo C B a C D, ovvero B A, come il raggio costante E G alla G I tangente dell' angolo di declinazione dal perpendicolo G E I, è manifesto, essere la forza della gravità alla forza dell' impeto dell' acqua generalmente, come il raggio alla tangente della declinazione della funicella del perpendicolo.

Corollario II.

Onde, se altrove si trovasse, che immersa la palla dentro l' acqua, declinasse la funicella ad un altr' angolo G E H, essendo allora la forza dell' impeto dell' acqua alla forza della gravità, come la tangente G H del sudetto angolo al raggio E G, si conclude, che le forze degli impeti, da diverse parti dell' acqua impresse al medesimo globo, sono come le tangenti degli angoli, per cui declina nell' uno, e nell' altro caso la funicella dal sito perpendicolare.

PROPOSIZIONE XLIII.

Misurare la velocità dell' acqua per mezzo d' un quadrante.

Dal centro del quadrante G K F E pendano due fili, uno E P, che dee rimanere in aria colla palla di piombo attaccata P, per denotare il perpendicolo, l' altro più lungo E A colla palla A da infondersi nell' acqua, a quella profondità, di cui si desidera sapere, quanto impeto vi si eserciti, e con quanta velocità il fiume vi scorra. Si noti adunque nel lembo del quadrante, assettato prima in modo, che il lato E G convenga col perpendi-

colo E F, e conseguentemente il lato E F sia orizzontale, si noti, dissi, il grado G K, misura dell'angolo, per cui declina la funicella E A dal perpendicolo, e la tangente di detto angolo misurerà la velocità dell' acqua, nel luogo B A, dove stava immersa la palla; siccome, scorciando, o tirando su dal centro E il predetto filo, per fare il saggio della velocità in minore profondità col filo E M, si averà nel lembo del suddetto quadrante il numero de' gradi G L corrispondenti all' angolo della declinazione G E M, la di cui tangente ci esprimerà la velocità dell' acqua nel sito M, e colle tavole de' seni, e tangenti, si potrà venire in cognizione della proporzione dell' una, e dell' altra velocità, paragonandole alle tangenti ivi espresse de' gradi G K, G L, cioè G I, G H tassate in numeri. Il che ec.

SCOLIO.

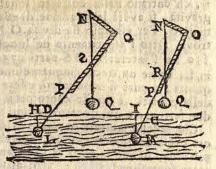
Questo modo è del Guglielmini nella misura dell' acque correnti lib. 2. prop. 9. approvato ancora dall' Ermanno nella sua Foronomia alla prop. 41. del libro 2. se non che questi vuole primieramente, che la direzione C D, ovvero B A dell' acqua non si pigli per orizzontale, ma per parallela al fondo, che può essere inclinato all' orizzonte, e quasi sempre si trova tale; ed in secondo luogo, vuole che le velocità non sieno come le impressioni dell' acqua, ma in sudduplicata ragione di esse, onde le linee omologhe alle forze esercitate dall' acqua sopra la palla, stima che sieno come i quadrati delle velocità. Quanto al primo, discorrendosi in questo primo libro principalmente di fiumi orizzontali, e non sensibilmente inclinati, non ha luogo quella avvertenza, che per altro sarebbe necessaria, dove fusse notabile la pendenza dell' alveo. Oltre di che pochi fiumi si troveranno, la cui superficie, e fondo regolato si distingua sensibilmente dal piano orizzontale: perchè quando ancora avessero 3. piedi di caduta per miglio, non giugnerebbero ad inchinarsi 2. minuti sotto l' orizzonte: e però le linee, cui sarebbero proporzionali le impressioni dell' acqua, prese sulla direzione di tale pendenza, non si potrebbero in pratica distinguere dalle tangenti degli angoli della declinazione del pendolo dal perpendicolo, determinate come sopra. Quanto al secondo, mi rimetto a quanto ho avvertito nello Scolio I. della prop. 26. di questo libro, senza che faccia bisogno di aggiugnervi altro.

PROPOSIZIONE XLIV.

Con una squadra, ed un pendolo, col perpendicolo, misurare le velocità di varie parti dell' acqua.

Ad una squadra N O P sia connesso, pendente dal termine superiore N il perpendicolo N Q, ed al termine inferiore P il pendolo P M, ovvero P L, il quale s' infonda dentro l' acqua, fino che arrivi al luogo, di cui si vuole esaminare la velocità; che sia primieramente il luogo M, e si disponga nel sito obliquo P M, tagliando la superficie dell' acqua in C. Si giri la squadra, fino a tanto, che la gamba O P sia per diritto al filo P M, ed allora il perpendicolo N Q seghi la stessa gamba O P in R. Similmente volendo esaminare la velocità dell' acqua nel sito L, si disponga la gamba della squadra O P in dirittura della direzione P L ivi presa dal pendolo, segante il livello dell' acqua in D, ed allora si noti il punto S, dove il perpendi-

di-

dicolo N Q sega la detta gamba O P. Dico, che come O S ad O R, così reciprocamente starà la velocità in M alla velocità in L. Imperocchè condotte le perpendicolari M I, L H alla superficie dell'acqua, il triangolo C M I sarà simile al triangolo R N O; ed il triangolo D L H simile al triangolo N O S; ma per la prop. 42. la forza dell' impeto impresso dall' acqua alla palla M sta alla forza della gravità di essa, come C I ad I M, cioè come O N ad O R; e la forza della gravità della palla alla forza dell'impeto impresso in essa dall'acqua in L, sta come L H ad H D, ovvero O S ad O N; dunque per l' egualità perturbata, la forza dell'impeto impresso dall'acqua alla palla in M, a quella dell'impeto impresso alla medesima palla in L sta, come O S ad O R; e però le velocità delle parti uguali dell' acqua in M, ed L, sono reciprocamente come le parti O S, O R della gamba inferiore della squadra, intercette fra l'angolo retto O, ed il perpendicolo N Q. Il che ec.

Corollario.

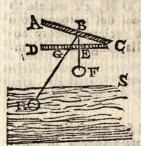
Ne segue, che le velocità dell'acqua in M, ed L siano ancora reciprocamente, come le tangenti degli angoli d' inclinazione del pendolo P L, ovvero P M coll'orizzonte C H; perchè O S è la tangente dell' angolo O N S, ed O R la tangente dell' angolo O N R, presa la gamba O N per raggio; ma l'angolo O N S eguaglia l'angolo L D H, e l' angolo O N R pareggia l' angolo M C I, che sono l'inclinazioni del perpendicolo coll'orizzonte: dunque le velocità in M, ed L sono reciprocamente come la tangente dell'inclinazione del pendolo P L, alla tangente dell' inclinazione del pendolo P M.

SCOLIO.

Questo modo è proposto dal Sig. Giovanni Ceva nel suo opuscolo de' fiumi alla prop. 4. il quale nella prop. 6. cerca di applicarlo ancora in caso che non si voglia prendere l'acqua de' fiumi nella sua superficie per orizzontale [come si è fatto di sopra, senza pericolo di sensibile errore] ma come inclinata, secondo il suo declive: ma la maniera di tale correzione parendomi troppo composta, ne darò una più semplice, e spedita, dopo di avere avvisato, potersi perfezionare questo strumento, e renderne l' uso più facile; perchè se sarà divisa la gamba più lunga O P della squadra in una gran moltitudine di parti minute, dal numero di esse interposte fra il centro O, ed il concorso del perpendicolo, facendone una frazione, in cui l'unità si denomini dal numero di esse parti, si averà una espressione della velocità nel luogo esaminato, essendo le frazioni, che hanno lo stesso numeratore, reciproche a' loro denominatori, che quì sono le parti intercette fra il centro della squadra, ed il perpendicolo, alle quali si è veduta essere reciproca la detta velocità; e se per numeratore gli si daranno le parti,

ti, ch'entrano nella costante lunghezza del braccio O N, omologo alla gravità, si averà la relazione di essa alla forza, che fa l'acqua nel sito esaminato. Per esempio sia divisa O N in cento parti, e la O P in mille. Si trovi, fatto l'esperimento ne' luoghi M, L, essere l' intercetta O R parti 350., e l' intercetta O S parti 175. sarà dunque la velocità in M a quella in L, come un trecencinquantesimo ad una parte centesima settuagesima quinta; o pure si concluderà essere quelli cento parti trecencinquantesime della gravità, e questa cento parti centesime settuagesime quinte, cioè ivi due settimi, e quì quattro settimi della forza della gravità.

Chi volesse mettere in conto la declività della superficie dell'acqua, sin ora presa come orizzontale, potrebbe attaccare il pendolo N Q alquanto più alto, sicchè la retta N O in vece di far angolo retto colla O P, fusse tanto soprasquadra, come suol dirsi, quanto è l'angolo, per cui la superficie dell'acqua s'inclina sopra l' orizzonte, onde l' angolo N O P fusse ottuso, ed eguale all'angolo C I M; ovvero D H L fatto dalla direzione della gravità, e dal livello superiore C H della cadente dell' acqua, che si supporrebbe altresì in tal caso essere ottuso; perchè così rimarrebbe la similitudine de' triangoli C I M, R O N, ovvero delli due D L H, S N O; e collo stesso raziocinio di sopra s' inferirebbe, essere la forza dell'acqua in M alla forza in L, come reciprocamente O S ad O R. Sicchè basta nella larghezza della gamba O N descrivere col centro O, e raggio O N un archetto di un grado, o due divisi ne' suoi minuti, ed in esso alzare il punto N, dove si attacca il pendolo N Q, secondo il bisogno, cioè a tanti minuti del detto archetto, quanti ne apporta la declinazione della superficie dell'acqua dall'orizzonte, operando poi come sopra.

PROPOSIZIONE XLV.

Misurare con un compasso la velocità di varie parti dell'acqua.

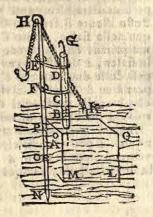
Nelle visite fatte del Po, e de' suoi influenti, da Pavia fino agli sbocchi nel mare, alle quali intervenni come Mattematico di Sua Santità Nostro Signore Papa Clemente XI di gloriosa memoria, ho veduto adoperarsi dal Signor Dottore Bernardino Zendrini, Mattematico del Serenissimo di Modena, indi della Serenissima Repubblica di Venezia, per misurare le velocità dell' acqua un certo strumento fatto a modo di un compasso di proporzione, quale sarebbe A C D, che si apriva, con tenere la gamba inferiore C D parallela, per quanto potevasi, al corso dell' acqua, cioè alla superficie del fiume, alzando tanto l'altra gamba superiore C A, che il perpendicolo B F attaccato ad un punto intermedio B, battesse nell' altra gamba in un determinato punto E, dal quale contando verso l' estremità D vi erano segnate le divisioni, che corrispondono alle tangenti di varj gradi, o sia angoli E B G, che facea col perpendicolo il pendolo B H immerso dentro l'acqua. Misuravasi esattamente, sì la lunghezza del filo di seta B H, che reggeva la palla H di legno scavato, e ripieno dentro di piombo, e sì l'altezza del centro B sopra la superficie S R dell' acqua, per sapere in quale profondità fusse la palla H, quando stendeva il filo nella direzione B H, che facea col perpendicolo B F l'angolo E B G, indicato da i gradi notati nella tangente E G: da cui credo, che intendesse il suddetto

Si-

Signore Zendrini d' inferire la proporzione delle velocità, secondo i medesimi principj già spiegati nelle due proposizioni precedenti; sebbene, per varie eccezioni, e ragioni oppostegli dalle parti, fu stimato bene di non farne più precisa applicazione, e non servirsene a conseguenza veruna, che richiedesse più esatto, e delicato squittinio.

PROPOSIZIONE XLVI.

Per mezzo d'una fiasca idrometrica ricercare le proporzioni della velocità in varie parti d'un fiume.

Nell' ultima parte delle suddette visite fu proposta quest' anno 1721. da' Signori Bolognesi la presente macchina A L M è un vaso parallelepipedo di latta assai più lungo, che largo, ben chiuso da per tutto, eccetto che per un sottilissimo foro A, aperto verso la sommità della parte più stretta, poteva entrarvi dentro l' acqua, allora che aperta fusse una cataratta, che lo chiudea per di dentro. Si apriva poi la detta cateratta per mezzo d' una fusta congegnatavi, la quale poteva alzarsi con un filo di ferro, che per un sottilissimo tubo B G attaccato al coperchio di esso vaso, passava al disopra, ed arrivava sopra la superficie dell' acqua; anzi poteva ad arbitrio, e secondo richiedesse il bisogno d' immergere più profondamente la macchina, vie più allungarsi, aggiungendo altri canaletti simili sopra il primo B G, l'uno inserto nell' altro, e bene stuccato, perchè non vi entrasse acqua nell' immergersi entro l'alveo del fiume. Lo stesso tubo B G dava esito all' aria quando si voleva introdurne l'acqua in detto vaso. H N è un palo di ferro, che si pianta nel fondo del fiume, per tenere ferma la macchina, e per mezzo della fune K H I attaccata alla fiasca in K, la quale passa per un anello, o puleggia posta in cima del ferro H si alza, e si abbassa la detta fiasca, che ancora in O, P, F, E ed altri simili punti ha varj occhielli inserti in esso palo di ferro, per mezzo de' quali può scorrere sù, e giù, rimanendo sempre diritta, ed attaccata al detto palo. Nel tubo B G vi sono alcuni cerchietti a luogo, a luogo, i quali lo dividono in piedi, e mezzi piedi, ed once, perchè mandando in giù la macchina finattanto, che uno di detti segni notati nel tubo, resti a fior d' acqua, si sappia, a quale profondità resti immerso il foro A, che dee ricevere l' acqua.

Volendo adunque esaminare, che proporzione di velocità abbia l' acqua in varie altezze, per esempio a due piedi, ed à cinque piedi di profondità; stando gli osservatori sopra una barca, la quale si tenga vicino al luogo, dove si vuole fare l' esperimento, si mandi giù prima il palo di ferro H N, e si ficchi nel fondo, che servirà ancora a tenere più ferma la barca; la quale vi si appoggia colla sua sponda; indi si cali colla fune H K la fiasca Q M B sotto acqua, notando ne' segni del tubo B G, quando il foro A si trova sotto la superficie dell' acqua due piedi, ed allora essendo uno sulla ripa ad osservare le vibrazioni d' un pendolo di nota lunghezza, si dia segno a questi, che cominci a contare le vibrazioni, ed a quello che maneggia la macchina, che nel medesimo tempo alzi il ferretto G, e con

esso

eſſo la molla, che apre la cateratta, e dà l'ingreſſo all'acqua. In capo ad un determinato numero di vibrazioni, per eſempio di ſeſſanta, ſi dia ſegno a chi maneggia la macchina, che laſci andare il ferretto G, e ſubito la molla chiude la cateratta, onde non entra più acqua nella fiaſca. Colla fune H K ſi alzi dunque la fiaſca fuori della ſuperficie dell'acqua, e girandola ſulla ſponda della barca ſi giri un galletto poſto nel fondo della fiaſca in L, con che ſi farà uſcire per un cannellino ivi diſpoſto l'acqua chiuſa in eſſa fiaſca, raccogliendola in un vaſo, per peſarla. Di nuovo chiuſo il detto galletto s'immerga la machina dentro l'acqua, finchè da' ſegni del tubo B G ſi conoſca, eſſere il foro A ſotto la ſuperficie dell'acqua in profondità di piedi cinque, e di nuovo fatto cenno, torni l'oſſervatore del tempo a contare altrettante vibrazioni, e chi maneggia la macchina, alzi nello ſteſſo iſtante il ferretto G, aprendo la cateratta, e laſciando entrare l'acqua nella fiaſca, finito il medeſimo numero di vibrazioni, ſi dia cenno, come prima, che laſciando andare la molla, ſi chiuda il foro A, e ſi eſtragga la fiaſca, e da eſſa ſi cavi l'acqua, e ſi peſi. Dico che la proporzione dei peſi delle due quantità d'acqua, raccolte, come ſopra, ci darà la proporzione della velocità dell'acqua in profondità di due piedi alla velocità, che ha nella profondità di piedi cinque; e così ſecondo le varie altezze ſi troverà qual grado di velocità loro corriſponda.

Imperocche paſſando per lo ſteſſo foro A in tempo eguale l'acqua del primo, e del ſecondo eſperimento, la ſua proporzione ſarà quella della ſua velocità, per la prop 4 ma la proporzione della mole dell'acque è quella del loro peſo; dunque ec.

SCOLIO I.

Eſſendoſi fatte varie oſſervazioni con queſto ſtrumento, sì nell'acqua ſtagnante, come nella corrente, in diverſe profondità, ſempre ſi è trovato, che a un dipreſſo le velocità ſono in ſudduplicata ragione dell'altezze; e ciò che pare un paradoſſo, la ſuperficie de' fiumi, e d'altri canali d'acqua corrente, non appariſce affetta di velocità alcuna, perchè tenuto il foro A a fiore d'acqua, per moltiſſimo tempo, non ne entrava nella fiaſca nè pure una goccia: quaſi che la ſuperficie dell'acqua, che pur ſi vede muoverſi tanto notabilmente, non fuſſe ſe non traſportata dall'acqua inferiore, e queſta fermandoſi, per la oppoſizione delle pareti del vaſo A L, ancora quella rimaneſſe immobile, o fuſſe di quà, e di là divertita dall'acqua ſteſſa inferiore, che di quà, e di là dal detto vaſo ſcorre, ſenza potere imboccare nel foro A, che pure ſtava aperto, e diſpoſto a riceverla. Per queſte, ed altre circoſtanze, ſiccome molti diffidarono della giuſtezza di queſta macchina in ordine alla miſura delle velocità dell'acque correnti, pretendendo, che ſolamente ſervir poteſſe a confermare la proporzione degli impeti, co' quali l'acqua ſtagnante eſce dall'aperture poſte in diverſa diſtanza dal ſuo livello ſuperiore; così nè meno io ho voluto fare fondamento ſopra tali ſperienze da me replicatamente vedute, ed attentamente oſſervate, in ordine allo ſtabilire la teoria della proporzione della velocità in varie altezze dell'acqua corrente; ma ho ſtimato meglio in queſto primo libro di preſcinderne, e ſtare ſopra i generali princip j di queſta materia, ſpingendoli fin dove ſi poteva, ſenza attaccarſi ad alcuna particolare ipoteſi, come farò per fare poi nel libro ſeguente, attenendomi a quella, che comunemente è giudicata per più veriſimile.

SCO-

SCOLIO II.

Fu penſato ancora ad un altro artifizio, per inferire la proporzione delle velocità in diverſe parti dell' acqua. Si volea nella caſſetta A L Q ſimile alla paſſata, e da maneggiarſi con ſimigliante maniera, nell' applicarla allo ſperimento, al foro A porre un cannellino, che obbligaſſe l' acqua nell' entrarvi dentro, a farvi un zampillo parabolico A X; e da una aſſicella F T N inſerita dentro pel coperchio di ſopra, che poteſſe levarſi, e riporſi dirimpetto al detto foro verticalmente ſoſpeſa in una proporzionata diſtanza, ſi pretendeva di poter determinare l' impeto dell' acqua, ſecondo che da eſſo zampillo fuſſe percoſſa in un punto X più, o meno diſtante dalla orizzontale A V tirata dal foro. Imperocchè bagnandoſi l' aſſicella dall' acqua intruſa dal cannello A nel punto X, era certo che l' acqua ivi tanto impeto, o velocità eſercitaſſe, che poteſſe ſcorrere lo ſpazio A V ſecondo la ſua direzione nel tempo, che per la forza della gravità era tirata abbaſſo per l' altezza V X; onde ſe fatto l' eſperimento, ſi trovaſſe bagnata l' aſſicella in un punto ſuperiore, o inferiore ad X, era certo che la velocità dell' acqua ivi farebbegli paſſare lo ſteſſo ſpazio A V in minore, o maggior tempo, quale è quello, in cui la gravità dell' acqua le farebbe ſcendere un' altezza minore, o maggiore della V X; ſicchè eſſendo le velocità reciproche de' tempi, ne' quali ſi ſcorre il medeſimo ſpazio, ed eſſendo i tempi in ſudduplicata ragione dell' altezze ſcorſe per la forza della gravità, ne ſeguiva, che le velocità ricercate erano reciprocamente in ragione ſudduplicata delle altezze V X interpoſte fra l' orizzontale V A, ed il luogo ove batterebbe il zampillo parabolico dell' acqua A X; ma ſi conſiderarono tante difficultà in potere, ſenza equivoco, diſtinguere il preciſo punto X, ove batteva il detto zampillo, che ne meno fu tentato di mettere in pratica queſto artifizio; ma io non ho voluto quì diſſimularlo, potendo eſſere, che altri meglio ſpeculandovi ſopra lo perfezionaſſe, e lo depuraſſe da quelle eccezioni, a cui nella prima idea fu giudicato eſſere ſottopoſto.

LIBRO II.

Del moto, velocità, e figura de' fluidi nell' uscire da' vasi, e del corso loro per canali inclinati, e della pressione del fondo, e delle ripe, o altri ostacoli opposti alla direzione di essi.

SUPPOSIZIONI.

BEnchè la maggior parte delle proprietà finora considerate negli alvei orizzontali de' fiumi, senza dubbio convengano ancora a' canali di fondo notabilmente inclinato all' orizzonte, e vi cagionino simili effetti: tuttavolta l' aumento della velocità, che accade all' acqua in conseguenza della varia inclinazione de' piani, sopra di cui è obbligata a scorrere, vi cagiona altri effetti degni di una particolare considerazione. Suppongasi dunque.

I Che l' acqua è grave, e colla sua gravità, non meno degli altri corpi più sodi, fa uno sforzo continuo d' avvicinarsi al comun' centro de' gravi, che è lo stesso col centro del globo terracqueo; e però, se non è impedita, scorre all' ingiù.

II. Che l' acqua discendendo accelera il suo moto secondo le leggi dimostrate dal Galileo, e ricevute oramai di comune consenso da tutti i Filoso-

losofi, e Mattematici di prima riga, e confermate dalla sperienza: cioè in maniera che gli spazi scorsi dal principio del moto sieno in duplicata ragione de' tempi; o pure, che le velocità medesime nel mobile, che discende, sieno in subduplicata ragione di quella dell'altezze, dalle quali è caduto.

III. Che vi passa questo divario tra i corpi fluidi, ed i corpi duri, e massicci, che questi, avendo tutte le sue parti collegate insieme, si uniscono a premere il piano orizzontale, o inclinato, sopra di cui si appoggiano non premendo altrimenti i piani verticali, che li toccano: ma quelli avendo le parti sciolte, esercitano la loro pressione verso qualunque parte, onde premono ancora i piani verticali, da cui sono contenuti, di maniera che giungono ancora a romperli, e penetrarli, quando non sieno di proporzionata resistenza dotati.

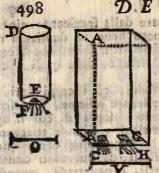
Ciò viene bensì negato da Famiano Michelini, il quale crede, che siccome un prisma di diaccio contenuto in un vaso preme solamente il fondo, e non le pareti laterali, che lo toccano, così debba ancora l' acqua esercitare tutta la sua pressione contro il fondo de' fiumi, o contro le ripe, e gli argini fatti a scarpa, perchè vi passa sopra, come su tanti piani inclinati, ma non contro le sponde erette perpendicolarmente all' orizzonte. La sperienza però è manifesta in contrario, perchè forando le pareti d' un vaso pieno d' acqua, subito questa esce, il che dimostra, che già stava ivi premendo la detta parete, la quale colla sua resistenza ne raffrenava, e sosteneva l' impeto, onde levata la detta resistenza, subito prevale la pressione dell' acqua, ed esce a suo talento, con maggiore, o minore velocità, secondo il carico dell' altezza, che ha sopra di se. Quindi è noto, che non si può d' ogni minima grossezza far le pareti ad una vasca, o ad altro vaso, che contenga un fluido, ma si richiede in essa una determinata robustezza, perchè non cadano, il che è pur segno apertissimo della pressione esercitata dall' acqua non solamente contro il fondo, o contro le ripe inclinate, ma ancora contro le sponde verticali d' un vaso, dentro cui debba contenersi.

CAPITOLO I.

Della proporzione, con cui l' acqua contenuta ne' vasi esce dalle loro aperture.

PROPOSIZIONE I.

Se saranno due tubi, A B, D E, i quali si mantengano pieni della stessa specie di fluido, come sarebbe l' acqua, le velocità, colle quali uscirà da essi il fluido attraverso due fori B, E aperti nel fondo di ciascun tubo, saranno in sudduplicata ragione di quella dell' altezze A B, D E.

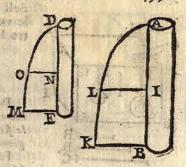
Si

Si consideri, che la forza, la quale spigne l'acqua fuori del tubo A B è il cilindro, o prisma d'acqua, la cui base è l'apertura B, e l'altezza la B A; e che similmente la forza, che caccia l'acqua dal tubo D E, è un cilindro o prisma di acqua, la cui base è l'apertura E, e l'altezza la E D; imperocchè il resto dell' acqua circonfusa viene sostenuto dalla solidità del fondo, e però non ispinge l' acqua sovrapposta all'aperture B, ed E, nè la sforza a discendere; e se lateralmente la strigne, ciò non ha effetto alcuno, essendo quell' azione corrisposta con altrettanto sforzo laterale della stessa colonna A B, ovvero D E, la quale tende egualmente a dilatarsi, come farebbe se vi fusse minore azione, che non vi è nell'acqua circonfusa. (Per non dir nulla, che potrebbe supporsi il foro eguale alla base medesima de' tubi, come se a questi in un tratto fusse levato il fondo, ed allora non potrebbe darsi colpa all'acqua circomposta, quasi che coll'azione sua turbasse, o in parte oscurasse il nostro raziocinio) dunque le forze, che spingono le dette acque all' uscita, sono in ragione composta di quella dell' aperture B, E, e di quella dell'altezze A B, D E; ma gli effetti essendo sempre proporzionali alle loro cagioni, ancora le quantità del moto, o le impressioni, cioè i momenti dell'acqua B C spinta colla sua velocità V, e dell'acqua E F spinta colla velocità O, debbono essere come le dette forze; dunque essendo i detti momenti, per la prop. 25. del libro I. in ragione composta delle sezioni, o delle aperture, per cui passa l' acqua, cioè di B ad E, e del quadrato della velocità V al quadrato della velocità O, avremo che la ragione composta di quella de' fori B, E, e dell' altezze A B, D E uguaglia la composta di quella delle medesime aperture B, E, e di quella de' quadrati delle velocità V, O, e però detratta di comune la ragione delle aperture B, E rimarrà la ragione dell'altezze suddette eguale a quella de' quadrati delle velocità, cioè in ragione duplicata di esse, o diciamo la ragione delle velocità V, O, resta eguale alla sudduplicata dell'altezze A B, D E. Il che ec.

Corollario I.

Ancora se le aperture fussero fatte verticalmente nelle pareti del tubo vicino al fondo, e non nel fondo medesimo, seguirebbe lo stesso; imperocchè premendo i fluidi per ogni verso, dovunque hanno l' adito aperto all'uscita, esercitano la forza; e però sempre ne segue, che la forza, da cui è spinta l'acqua all'uscita, è un cilindro, o prisma d' acqua, che abbia per base l'apertura del foro, da cui l'acqua ha l'esito, e per altezza, la medesima altezza dell'acqua, dal centro dell'apertura fino al suo livello superiore.

Corollario II.

Se all'altezze A B, D E, come assi, si faranno due parabole A L K, D O M, descritte collo stesso parametro, o lato retto, le ordinate B K, I L

I L della prima, e l'ordinate E M, N O della seconda, esprimeranno le velocità, colle quali uscirebbe l'acqua dal primo tubo, se fusse aperto in B, ed in I, e colle quali uscirebbe dal secondo, se altresì fusse aperto in E, ed in N, supposto che l'acqua si mantenesse nell'uno, e nell'altro al supremo livello A, ovvero D; imperocchè dette ordinate dalla parabola sono appunto in sudduplicata ragione dell'altezze, come si è mostrato essere le velocità dell'acqua, che esce dalle dette corrispondenti aperture.

Corollario III.

Ancora le quantità dell'acqua, che esce da eguali aperture in egual tempo, essendo in ragione delle velocità, saranno in sudduplicata ragione dell'altezze, come con innumerabili sperienze hanno mostrato il Torricelli, il Maggiotti, il Mariotte, il Guglielmini, e noi ancora provato abbiamo colla fiasca idrometrica descritta di sopra nel libro 1. prop. 46.

Corollario IV.

E conseguentemente ancora la quantità d'acqua ch'in un dato tempo esce dal tubo A B per l'apertura B, a quella che uscirebbe da una eguale apertura I sotto l'altezza A I, sta come l'ordinata B K all'ordinata I L della stessa parabola A L K.

Corollario V.

Ed essendo le aperture disuguali, saranno le quantità d'acqua in egual tempo scaricate da esse, in ragione composta di quella di esse aperture, e della sudduplicata dell'altezze suddette, o delle ordinate corrispondenti nella parabola.

PROPOSIZIONE II.

Data la quantità d'acqua, che esce in un dato tempo dal lume A, il quale ha sopra di se l'altezza d'acqua E A, aprire un altro lume nell'altezza data F D, per cui sgorghi altrettant' acqua nel medesimo tempo, quanta ne veniva dal lume A.

Si trovi tra le altezze date E A, F D la media proporzionale P, e come P ad E A, così stia la superficie del lume A alla superficie d'un altro lume D. Questo manderà altrettant' acqua in egual tempo; imperocchè la velocità in A alla velocità in D, avendo ragione sudduplicata dell'altezze E A, F D; sarà quella a questa, come A E alla media proporzionale P, cioè per costruzione, come la superficie del lume D a quella

dell' A; pertanto, reciprocandosi le sezioni colle velocità, si tramanderà dall'uno, e dall' altro lume eguale quantità d'acqua. Il che ec.

PROPOSIZIONE III.

Date le stesse cose, aprire nell' altezza F D tal lume Q, che tramandi una quantità d' acqua, la quale stia alla somministrata dal lume A nella data ragione di C a B.

Facciasi il lume D (già determinato come sopra) al lume Q come B a C; dunque l'acqua ch' esce dal lume D a quella, ch' esce dal lume Q in pari altezza, o distanza D F dal centro del lume al livello superiore dell'acqua, sta come il lume al lume, cioè, come B a C; ma quella ch' esce dal lume D eguaglia quella, che sgorgava dal lume A, dunque l' acqua trasmessa dal lume A sta a quella, che tramanda il lume Q, come B a C, cioè nella data ragione. Il che ec.

SCOLIO.

Due difficoltà quì si affacciano, per le quali non sembra, che possa essere accurata la soluzione di questi Problemi. L'una si è, per non essere la medesima velocità in tutte le parti del diametro verticale d' una apertura, onde rimane incerto qual sia il centro, per dir così, dove il lume ha la sua mezzana velocità, dal quale centro alla sommità dell' acqua si dee determinare l' altezza vera, proporzionale a' quadrati delle medie velocità. L'altra si è, per qualche resistenza, che incontra l' acqua nel soffregamento col contorno dell' aperture, per cui passa. La prima difficoltà non è quasi sensibile, dove i lumi sono assai piccioli, non essendo allora gran divario di velocità tra le parti dell' acqua corrispondenti alle dette aperture, per non essere nè meno gran cosa differente l' altezza dell' acqua, che vi è sopra il lembo inferiore da quella che sta sopra il lembo superiore, onde preso il centro di grandezza di questi lumi, non vi sarà gran divario dal centro suddetto della media velocità. La seconda al contrario non è sensibile ne' lumi di maggiore diametro, ma bensì, in quelli più minuti; per la qual cosa, si cercherà di rimediare ad ambedue le suddette difficultà nelle due seguenti proposizioni.

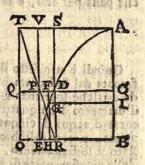
PROPOSIZIONE IV.

Trovare la mezzana velocità dell' acqua, che passa per la sezione del lume B C.

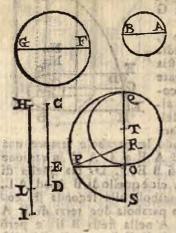
Si descriva sull' asse A B, che è l' altezza dell' acqua, la parabola A B E, saranno le ordinate di essa, come le velocità corrispondenti all' altezze, cui sono applicate, e però il trapezio parabolico C B E D sarà la scala delle velocità, per l' altezza del lume B C; e quadrando questo spazio parabolico, riducendolo in un rettangolo C B H F eguale ad esso; ed applicato all' altezza medesima B C, la sua larghezza B H sarà, secondo la diffin. 6. del libro 1. la media velocità, che si cerca, e dove il lato F H sega

sega in G la curva parabolica D E, ordinando G I, sarà determinato nell'altezza medesima B C il punto I, che è il centro della velocità: e la vera altezza A I, da cui essa velocità media I G dipende.

Per trovare geometricamente il detto punto I, ovvero G, si ponga tra le due B A, C A media geometrica A L, e come A L a C A, così stia C A ad M A; saranno dunque continuamente proporzionali B A, L A, C A, M A, ora come B C a B M; così stiano due terzi di B E alla B H, e condotta H F segante il contorno della parabola in G, si ordini G I, che questa sarà la ricercata media velocità. Imperocchè avendo le parabole sempre una stessa ragione a' rettangoli circoscritti sarà B A E a C A D in ragione composta dell' altezze B A, C A, e delle basi B E, C D; ma quella di B E a C D è la sudduplicata di B A a C A, cioè quello di B A ad A L, ovvero di A C ad A M; dunque la prima parabola alla seconda sta come B A ad A M; onde uguagliando la prima parabola due terzi di B A in B E, la seconda pareggerà due terzi di M A nella stessa B E; e però la differenza loro, cioè il trapezio parabolico C D E B uguaglierà la differenza de i detti rettangoli, cioè il prodotto di B M in due terzi di B E, ovvero il rettangolo di B H in B C, essendo B C a B M, come due terzi di B E a B H; e però il rettangolo C B H F è eguale al detto trapezio parabolico. Il che ec.

O pure più speditamente tirate per D, ed E le rette R D S, E P V parallele all' asse A B, che convengono colla tangente della cima A T in S, V, stendasi l' ordinata C D in P, e congiunta R P convenga colla suddetta tangente in T, e compiuto il rettangolo B A T O si ponga B H eguale a due terzi della B O, ovvero della A T; dico, che tirata H G F parallela all'asse, la quale concorre colla parabola in G, e ordinata G I, sarà I il centro della velocità, e la stessa G I sarà la media ricercata. Imperocchè essendo la parabola A E B due terzi del rettangolo A B E V, e la parte A C D parimente due terzi del rettangolo A C D S, sarà il trapezio parabolico C D E B due terzi dello spazio C B E V S D; ma essendo S D P V eguale ad E P Q O, per essere questi supplementi del parallelogrammo S R O T, giuntovi di comune C B E P, sarà il rettangolo C B O Q eguale al suddetto gnomone C B E V S D; dunque il trapezio parabolico C D E B eguaglia due terzi del rettangolo C B O Q, e però eguaglia il rettangolo C B H F, che ha la base B H eguale a due terzi della B O. Il che ec.

PROPOSIZIONE V.

Data la sezione del lume A B, il quale per se stesso dovrebbe dare la quantità d' acqua C D, ma per ragione della resistenza nel soffregamento dell' acqua intorno a' margini della detta sezione, dia la sola quantità d' acqua C E, si cerca quant'

acqua dovrà uscire per una sezione simile d' un altro lume di un dato diametro F G, in pari altezza d' acqua.

Si faccia, come il quadrato A B al quadrato F G, così C D ad H I, e come il diametro A B al diametro F G, così D E ad I L. Dico che H L sarà la quantità dell' acqua, che di fatto si scaricherà dal dato lume F G. Imperocchè, senza il soffregamento de' margini, le quantità d' acqua, che uscirebbero da' lumi A B, F G di figura simile, sarebbero come i quadrati de' loro diametri, essendo proporzionali alle capacità di dette sezioni, e però sarebbero, come C D ad H I; onde se C D esprimeva la quantità d' acqua, che per se stesso, senza soffregamento, darebbe il lume A B, ancora H I sarebbe la quantità d' acqua, che senza tale resistenza verrebbe dall' altro lume F G; ma le resistenze nate dall' urto ne i margini di tali lumi, sono come gli orli, o contorni di essi, cioè proporzionali a' diametri, cioè come D E ad I L; dunque se D E è quello, che toglie all' acqua il soffregamento del margine A B, sarà I L ciò, che si diminuisce alla quantità dell' acqua, che dovea passare pel lume F G, mercè del soffregamento dell' orlo suo; e però la vera quantità d' acqua, che passa per esso, è la rimanente H L, sopra determinata. Il che ec.

Corollario.

Quindi è manifesto il metodo per determinare la quantità d' acqua raffrenata dal soffregamento dell' orlo d' una data apertura, dipendente però da qualche sperienza già conosciuta. Per esempio se l' apertura, che abbia il diametro d' un quattrino del nostro braccio, sotto una determinata altezza d' acqua di cinque soldi, dà in un minuto primo libbre 9. e mezzo d' acqua, in vece di libbre dieci, che si potevano aspettare, se non vi fusse stato il soffregamento, di maniera che la quantità d' acqua resti diminuita della vigesima parte di quello, che doveva essere, per sapere quanto sarà diminuita l' acqua, che esce nel medesimo tempo, e sotto la stessa altezza, da un lume di diametro maggiore, come sarebbe di un numero M di quattrini, basta moltiplicare un tale difetto assoluto, cioè 6. once, o pure mezza libbra, per il numero M de' quattrini, che misurano il diametro di esso lume, e tanto sarà il defalco, che importerà il soffregamento dalla vera quantità dell' acqua, che dovea quel lume somministrare; come se il diametro sarà d' un soldo, o di 3 quattrini, in vece di 90. libbre, che ne dovrebbero uscire, ne getterà quel lume solo libbre 87. e mezzo, dovendosi defalcare 3. mezze libbre; e così degli altri casi.

PROPOSIZIONE VI.

Dato il diametro A B di un lume, che tramanda attualmente la quantità d' acqua C E in un dato tempo, trovare il diametro F G d' un altro lume, da cui nello stes-

lo stesso tempo sgorgar possa la quantità d'acqua H L, sotto la medesima altezza d'acqua, non ostante il soffregamento, che patirà l'acqua nell' uscire dall' orlo di esso.

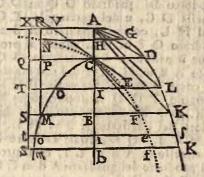
Si trovi, per l'antecedente, la diminuzione d'acqua E D, corrispondente alla resistenza nata dal soffregamento nel margine del lume A B; e come D C a D E, così stia A B alla T O, e come D C ad H L, così stia il quadrato A B al quadrato O P, essendo posta O P perpendicolare alla T O; e divisa T O per mezzo in R, si congiunga R P, col quale raggio R P sia descritto il cerchio Q P S; e finalmente pongasi F G eguale a Q O; Dico che il lume del diametro F G, ovvero Q O, soddisfarà al quesito; imperocchè, posta ancora D E ad L I, come A B a Q O, per essere il quadrato O P eguale al rettangolo Q O S, ovvero O Q T (essendo i punti O, T egualmente distanti dal centro R) cioè all'eccesso del quadrato O Q sopra il rettangolo T O Q, avremo il quadrato O Q eguale alla somma del quadrato O P, e del rettangolo Q O T, e moltiplicando il tutto in D C, si farà il prodotto dal quadrato O Q in D C eguale a i prodotti del quadrato O P nella D C, e del rettangolo T O Q nella stessa D C; ma essendo D C ad H L, come il quadrato A B al quadrato O P, sarà il prodotto del quadrato O P in D C eguale al prodotto del quadrato A B in H L; dunque il prodotto del quadrato O Q in D C eguaglia il prodotto del quadrato A B in H L, e del rettangolo T O Q nella D C; ma D C è a D E, come A B a T O; onde T O in D C uguaglia D E in A B, ed il rettangolo T O Q moltiplicato in D C pareggia il prodotto di Q O, in D E, in A B, sicchè il prodotto del quadrato O Q in D C equivale a' prodotti del quadrato A B in H L, e di O Q in D E, in A B; di più essendo A B a Q O, come D E ad L I, il rettangolo di O Q in D E pareggia quello di A B in L I, ed il prodotto di O Q in D E in A B eguaglia il prodotto del quadrato A B in L I; sicchè finalmente il prodotto del quadrato O Q in D C, è eguale a' prodotti del quadrato A B in H L, e dello stesso quadrato A B in L I, cioè pareggia il prodotto del quadrato A B in tutta la H I, onde avremo, essere il quadrato A B al quadrato O Q come D C ad H I; e però siccome dal lume A B sarebbe provenuta senza impedimento l'acqua D C, così dal lume Q O, ovvero F G sgorgherebbe senza un simile impedimento l'acqua H I; ma siccome D E è la diminuzione dell'acqua cagionata dal soffregamento del margine A B, così sarà I L la diminuzione originata dal soffregamento dell'orlo F G, essendo per costruzione tali diminuzioni proporzionali a'diametri; dunque la proposta quantità residua H L proverrà dal lume F G sopra determinato, non ostante il soffregamento del suo contorno: Il che ec.

SCOLIO.

Questa resistenza, nata dal soffregamento delle parti del fluido, non pare che possa dipendere, se non o dall' attaccarsi dell' acqua all' orlo de' lumi, per la quale aderenza resta diminuita la capacità di esso lume, che lascia libero il passo alle parti intermedie; o dalla diminuzione della velocità in quelle parti, che urtano alquanto obliquamente nel medesimo orlo, perdendo così quanto aveano di moto perpendicolare allo stesso, proseguendo con quella porzione sola, che aveano nella direzione parallela al margine del medesimo; o in parte dall' una, in parte dall' altra cagione.

Comunque siasi, se ad alcuno parrà verisimile, che tale resistenza ceda alla maggiore velocità, in maniera che la diminuzione della quantità d' acqua, che dovea scaricarsi dal lume, tanto sia minore, quanto la detta velocità è maggiore, si potrà dimostrare la seguente.

PROPOSIZIONE VII.

Se nella parabola A L K B, le cui ordinate K B, L I esprimono le velocità competenti all' acqua nell' uscire dall' aperture B, I del tubo A B, ovvero le quantità che in egual tempo scaricare si dovrebbero per le dette aperture supposte eguali, si prenderanno le porzioni dell' ordinate K F, L E corrispondenti alle diminuzioni della quantità d' acqua, o della velocità, nate dal soffregamento nell' orlo delle dette aperture, la curva F E C quindi originata, avrà per asintoti la medesima curva parabolica A L K, e la retta A V, che la tocca nella cima A.

Imperocchè, essendo per l' ipotesi dello scolio antecedente queste diminuzioni reciproche alle velocità, sarà K F ad L E, come L I a B K; onde crescendo in infinito la ragione di K B ad L I, con ampliare la parabola all' ingiù, e prendere una maggiore ordinata *b* K più lontana dalla cima A, così crescerà in infinito la ragione di L E a K F, onde K F diverrà nelle maggiori lontananze minore in infinito; e però la curva E F ha per asintoto la parabola A L K; in oltre i rettangoli B K F, I L E saranno sempre eguali, e crescendo nell' avvicinarsi alla cima A le porzioni L E, ma diminuendosi le ordinate L I, verranno a pareggiarsi in un certo punto dell' asse C, dove la diminuzione della velocità D C eguaglia appunto la velocità primitiva C D, e sarà allora il quadrato dell' ordinata C D eguale a ciascuno de' rettangoli B K F, I L E. Poi continuando la descrizione della curva; le diminuzioni H N diventeranno negative, ed essendo reciproche all' ordinate H G, che diminuiscono in infinito andando verso la cima A, cresceranno le H N applicate alla nuova curva in infinito, e però averanno per asintoto la retta A V tangente della parabola nella cima A. Il che ec.

Corollario I.

Essendo grandissima la velocità dell' acqua, espressa dall' ordinata K *b*; sarà piccolissima la diminuzione dipendente dal soffregamento, espressa dalla porzione K *f*; sicchè appena meriterà d' essere posta in conto.

Corollario II.

Se è vera questa ipotesi, vi sarà tale altezza A C, che per essere troppo piccola, non lascerà da un lume ivi aperto scappare il fluido, perchè tutta la velocità D C, che può cagionare la detta altezza, verrà distrutta nel soffregamento all'orlo di esso lume, come quando un piccolo anello infuso nell'acqua, e indi sollevato, ne porta via un sottilissimo velo, che dall'orlo di esso non cade, per non avere forza da vincere la coerenza delle parti dell'acqua attaccate al margine di esso. Questa altezza A C sarà quasi insensibile, e forse quella sola, che suole corrispondere al colmeggiare, che fa l'acqua sopra l'orlo de' vasi, l'altezza del qual colmeggiamento non lascia però traboccare l' acqua dall' orlo medesimo, con tutto che sia aperto l'esito all'acqua, quanto mai esser possa, essendo maggiore la forza dell' aderenza delle parti dell' acqua, che la velocità, la quale può imprimerle quella piccola altezza.

Corollario III.

Onde se piccolissima è l'altezza A C, piccola ancora sarà l' ordinata C D, e molto minori, e più insensibili saranno le diminuzioni di velocità competenti all'altre maggiori altezze, cioè le porzioni L F, K F, che sempre vanno diminuendo verso le parti inferiori della parabola.

Corollario IV.

Per descrivere questa curva F E C N, tirata qualunque ordinata della parabola L I, e congiunta la corda A L, basta dal punto C tirare la C E parallela ad A L (siccome ancora nelle parti superiori, tirando l' ordinata G H, congiunta A G, basta dal punto medesimo C condurle la parallela C N) imperocchè essendo il quadrato D C al quadrato L I, come C A ad A I, cioè (per le parallele A L, C E) come L E ad L I, saranno L E, D C, L I continuamente proporzionali, onde il rettangolo I L E sarà eguale al quadrato D C; e però il punto E nella curva, di cui si tratta.

Corollario V.

La tangente di questa curva in C cioè la C V sarà parallela alla corda A D, come apparisce per la costruzione ultimamente data.

Corollario VI.

Posta A X eguale al lato retto della parabola A L K, e condotta X S parallela ad A B, se per lo punto C si descriverà l'iperbola ordinaria C O M tra gli asintoti A X, X S, sarà il quadrato dell'ordinata F B nella curva sopra descritta, eguale sempre al rettangolo C B M, siccome il qua-

drato della E I eguale al rettangolo C I O, e però i quadrati delle dette ordinate sono proporzionali a' suddetti rettangoli; perchè essendo il quadrato K B eguale al rettangolo A B S, ed il rettangolo B K F eguale al quadrato C D, cioè al rettangolo A C Q, il rimanente rettangolo K B F eguaglierà il residuo rettangolo C B S Q, ovvero A B M R, e però come B M ad F B, così K B a B A, ovvero la stessa F B a B C, ed il quadrato F B eguaglierà il rettangolo C B M.

Corollario VII.

Le linee poi F B, E I saranno come i rettangoli K B M, L I O, essendo ciascuno di questi eguale al rettangolo del lato retto A X nell' ordinate suddette F B, E I rispettivamente, imperocchè si è veduto essere B M ad F B, come K B a B A, cioè come A X, ovvero S B ad K B, onde il rettangolo K B M eguaglia il rettangolo della costante S B in B F; e così L I O è eguale a T I E ec.

PROPOSIZIONE VIII.

Le diminuzioni delle quantità dell' acqua, cagionate dal soffregamento negli orli de' lumi, che danno all' acqua stessa passaggio, saranno in ragione composta della diretta de' diametri de' lumi, e della reciproca delle loro medie velocità.

Ciò è manifesto, perchè in parità di velocità sono le dette diminuzioni come i diametri de' lumi, ed in parità de' diametri de' lumi seguono, nell' ipotesi suddetta, la ragione reciproca delle velocità.

Corollario.

Se i diametri de' lumi saranno, come le velocità, cioè in ragione sudduplicata dell' altezze, eguale sarà la diminuzione, che patirà l' uno, e l' altro lume nel soffregamento.

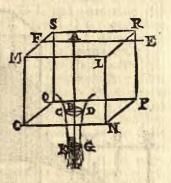
CA-

CAPITOLO II.

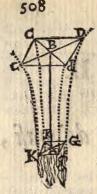
Della figura dell' acqua, ch' esce da' vasi, senza essere sostenuta.

PROPOSIZIONE IX.

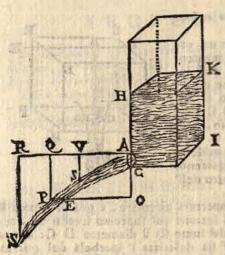
DEterminare la figura dell' acqua cadente da un lume orizzontale.

Sia l' altezza dell' acqua in un vaso racchiusa B A, e si mantenga sempre alla medesima altezza, coll' infondervi altrettant' acqua, quanta ne esce, o per mezzo d' una fonte perenne, o d' un' sifone adattatovi; e dalla apertura D C fatta orizzontalmente nel fondo di esso vaso, esca l' acqua sotto la forma del solido D I C. Cercasi di quale specie di figura egli sia: prescindendo dalle resistenze, sì del soffregamento nell' orlo del lume D C, sì dall' incontro dell' aria ec.

Suppongasi primieramente la detta apertura circolare, e per lo centro B passi il piano verticale B A E, la cui sezione col supremo livello dell' acqua sia la retta E A F, e con l' area del lume sia il diametro D C: e per lo punto C, fra gli asintoti B A, A F sia descritta l' iperbola del quarto grado C K I, in cui l' ordinata H K all' ordinata B C stia in sugquadrupla proporzione dell' altezze reciprocamente prese A B, A H, e girando questa iperbola intorno il suo asse A B H produca il solido C K I G D: Dico essere questo la figura dell' acqua cadente; imperocchè segandola col piano G K parallelo al lume D C, averemo il cerchio G K al cerchio D C, come reciprocamente la velocità in B alla velocità in H, scaricandosi egual copia d' acqua nel medesimo tempo per l' una, e per l' altra sezione; dunque il quadrato del raggio H K al quadrato del raggio B C è in sudduplicata ragione dell' altezza B A all' altezza A H, ma le ordinate H K, B C sono di nuovo in sudduplicata ragione de i suddetti quadrati, dunque saranno in sugquadrupla ragione delle suddette altezze reciprocamente prese, B A, A H; e però il contorno della figura C K I G D è determinato dall' iperbola del quarto grado sopra descritta. Il che ec.

Se poi la figura del lume aperto nel fondo fusse quadrata, o triangolare ec. col-

collo ſteſſo argumento ſi dimoſtrerà, che il corpo dell' acqua cadente è circoſcritto da tante curve iperboliche C K, G D del quarto grado, che paſſano per ciaſchedun' angolo, e dalle curve ſuperficie iperboliche interpoſtevi, adiacenti a ciaſcun lato della figura, e così dicaſi de' lumi di figure ellittiche, o irregolari ec.

Nel che però ſi preſcinde, come già ſi è avvertito, dalla reſiſtenza sì del ſoffregamento, sì dell' aria, per cui ſcendendo la vena dell' acqua viene ritardata, anzi diviſa, e diſperſa in minutiſſime gocciole, in vece di ſtare continuamente unita al filo iperbolico, che dovrebbe formare.

PROPOSIZIONE X.

La curva deſcritta dall' acqua, ch' eſce da un vaſo per un lume verticalmente aperto ne i lati di eſſo, è una parabola.

Sia primieramente la direzione del lume A C, o del cannello ivi adattato, la retta A Q orizzontale. Si moverà allora qualunque goccia con doppio moto, l' uno equabile per la direzione A Q, ſecondo la forza impreſſagli dal carico dell' altezza dell' acqua, che vi ſta ſopra, come H A, e l' altro accellerato naturalmente dalla gravità della ſteſſa acqua, che liberamente può cadere per l' aria. Avendo adunque la goccia in A l' impeto competente alla caduta H A, dovrà nell' orizzonte ſcorrere lo ſpazio A Q duplo di H A nello ſteſſo tempo, in cui per forza della gravità viene tirata in giù per lo ſpazio A O, ovvero Q P eguale alla ſteſſa H A: dunque nel fine del detto tempo eguale a quello della caduta da H in A, dovrà trovarſi la goccia nel punto P; determinando poi qualunque altro tempo maggiore, o minore A R, in cui ſarebbe venuta la goccia per forza dell' impeto impreſſole per la direzione orizzontale da A in R (eſſendo gli ſpazj del moto equabile proporzionali a' tempi) eſſendo frattanto abbaſſata dalla gravità per lo ſpazio verticale R S, è manifeſto, che ſaranno gli ſpazj Q P, R S fatti con moto accellerato per forza della gravità, in ragione duplicata de' tempi, o degli ſpazi ſcorſi equabilmente nell' orizzonte, A Q, A R; dunque il viaggio della goccia è per una curva di tale proprietà, in cui le ordinate Q P, R S ſieno come i quadrati delle diſtanze Q A, R A; ma queſta è la proprietà eſſenziale della parabola; dunque le goccie, che vengono fuori dal punto A deſcrivono una parabola A S P. Similmente le goccie, che eſcono da qualunque altro punto C, deſcrivono una parabola come C E, e così tutte l' altre; e però tutta la vena d' acqua, ch' eſce dal lume verticale A C,

è co'

è come un fascetto di tante curve paraboliche. Il che ec.

Sia in secondo luogo la direzione, per cui esce l'acqua da un lume, o da un cannello C, inclinata all'orizzonte, ne nascerà quindi altresì tale parabola, che averà per tangente la medesima direzione del cannello C F, e si determinerà nella seguente maniera. L'altezza dell' acqua B C serva per diametro al mezzo cerchio B G C, tagliato in G dalla direzione del cannello C F, e condotta l' orizzontale H G pel punto G, si prolunghi altrettanto in G D, e tirata la verticale D E parallela a B C, si descriva sull' asse D E per lo punto C la parabola C D I, che ha la sua cima in D. Questa sarà la strada, che dee fare lo zampillo dell' acqua. Imperocchè, tirate le orizzontali B M N, C E I, e pel punto D condotta D L parallela a C F, che concorre colla B C in L, per essere D L dupla di C G, siccome D H di H G, il quadrato D L sarà quadruplo del quadrato C G, o diciamo del rettangolo B C H, cioè B C L (per essere ancora C H eguale a C L) per tanto il detto quadrato D L eguaglia il rettangolo della C L nel quadruplo della B C; ma se nel tempo della caduta per B C la goccia cadente passerebbe con moto equabile, e colla stessa velocità uno spazio duplo di B C, certamente nel tempo della caduta per la sola H C, ovvero C L, o pure F D (il qual tempo sta a quello della caduta per B C in ragione suddupplicata degli spazj H C, B C, cioè sta come C G a C B) la stessa goccia passerà collo stesso impeto uno spazio duplo di C G, quale è C F, ovvero L D, adunque nel tempo della caduta per H C, ovvero per C L, cioè per F D la goccia nella direzione del cannello passerà lo spazio C F, cadendo frattanto da F in D; e però il punto D sarà nella strada, per cui passa lo zampillo dell' acqua: ed essendo il quadrato D L eguale al rettangolo C L nel quadruplo di B C, sarà il punto D nella parabola, il cui diametro la stessa C L, e lato retto il quadruplo di B C, e per essere D E eguale a C H, cioè a C L, o pure a D F, è manifesto, che la C F sarà tangente della detta parabola; siccome per essere C E, ovvero H D dupla di H G, il quadrato C E è quadruplo del quadrato H G, o sia del rettangolo C H B, e però uguaglia il rettangolo della C H, ovvero D E, nel quadruplo di B H, ovvero D M; onde M D è la sublimità, cioè la quarta parte del lato retto appartenente all' asse D E di detta parabola, siccome B C è la quarta parte del lato retto del diametro C L. Nè può dubitarsi, che gli altri punti, per cui passa la goccia, non sieno altresì nella stessa parabola, mercè della composizione del moto equabile per la C F N, col moto accellerato nelle verticali parallele ad F D; perchè la scesa F D alla scesa N O sarà in duplicata ragione de' spazj fatti con moto equabile C F, C N; dunque la via dell' acqua, che sgorga pel lume, o canale C, secondo la direzione C G è la parabola C D O I. Il che ec.

Corollario I.

Si avverta, che ancora nel primo caso l' altezza dell' acqua H A è la sublimità della parabola A S P, essendo la quarta parte del suo lato retto, perchè essendo P Q la metà di Q A, e come P Q a Q A, così essendo questa al lato retto, sarà Q A la metà del lato retto, e la P Q, ovvero A H la quarta parte di esso: come nel caso secondo si è dimostrato, essere la B C, e la M D similmente la quarta parte del lato retto appartenente a' diametri C L, D E rispettivamente.

Corollario II.

Si può ancora notare, che la velocità dello zampillo dell'acqua in ciascun punto del suo zampillo parabolico, è sempre tale, quale si sarebbe acquistata l'acqua medesima cadendo dall' altezza del supremo livello B M N, fino a quel punto, dove di man in mano essa ritrovasi: così la velocità in C è quanta si sarebbe acquistata cadendo per B C; in D quanta cadendo per M D, ovvero B H (avendo la salita C H, ovvero E D, distrutta quella parte della velocità originata dalla caduta B C, che si era acquistata cadendo per H C dopo B H) similmente la velocità in O è quale si acquisterebbe cadendo per N O; e così sempre, intendendosi tanto essere caduta di fatto la goccia, quanta differenza di altezza vi è tra il livello B M N, e il punto O: siccome realmente dal detto livello A B è caduta l'acqua in O, per qualunque strada siavi arrivata.

Corollario III.

Di più, stante questa dottrina, si può indovinare l'altezza dell'acqua H A che è nel reservatorio H I, dal vedere solamente il suo zampillo A P fatto colla direzione orizzontale A Q; perchè la detta H A sarà un quarto della terza proporzionale dopo l' altezza A O, e l' ampiezza O P del medesimo zampillo; e quando abbia un' altra direzione inclinata (corre nel secondo caso) ritrovando il colmo, cioè il punto altissimo D dello zampillo parabolico C D I, sarà la B H un quarto della terza proporzionale dopo D E, E C, onde congiunta l'altezza D E, si avrà nota tutta l' intera altezza B C dell'acqua chiusa nel vaso A B C.

SCOLIO.

Si vede, che quanto più la direzione del cannello C è sollevata dall' orizzonte, la parabola C D I riesce più alta: dimanierachè, elevandosi il cannello C perpendicolarmente all' orizzonte, si dovrà parimente alzare lo zampillo parabolico alla stessa altezza dell' acqua chiusa nel vaso, perchè la corda C G conviene col diametro B C, e l' orizzontale H G D si confonde colla B M N; ed in fatti la sperienza mostra, che tanto ascende l' acqua ne' getti delle fontane, quanta è l' altezza del reservatorio, da cui discende: se non in quanto l'aria resistendo al movimento dell' acqua, suole te-

le tenerla alcune dita più bassa, e talora qualche piede, se il reservatorio sarà d'altezza di 18. e più piedi in maniera tale, che per ogni piede d'altezza del getto, vi debbano corrispondere nel reservatorio altrettante parti trecentesime di più di tutta l'altezza di esso getto: come se il getto è di 15. piedi d'altezza, di cui la trecentesima parte importerebbe 7. linee, e un quinto, dovrà l'altezza del reservatorio avere 15. delle dette trecentesime parti, che fanno 108. linee, o sia 9. dita di più; se fusse il getto piedi 20., la cui trecentesima parte è quattro quinti d'un dito, dovrà l'altezza del reservatorio, oltre i piedi 20. avere altrettante di quelle trecentesime parti, che fanno 16 dita, cioè un piede, e un terzo di più; il che si confronta colla regola, che da il Mariotte nel Trattato del movimento dell'acque parte 4 disc. 1. reg. 2.

Questa stessa osservazione, dell'ascendere l'acqua, prescindendo dagli impedimenti, ad altezza pari a quella del reservatorio, dimostra essere verissimo, che l'acqua esce da' vasi con una velocità pari a quella, che si sarebbe acquistata cadendo dall'altezza, che avea nel vaso stesso. mentre la può ricondurre appunto alla medesima altezza, come di sopra abbiamo supposto, e come viene asserito ancora dal Torricelli, dal Baliani, dal Borelli, dal Guglielmini, dal Newton nella seconda edizione de' suoi Principii lib 2. prop. 36. (benchè nella prima edizione avesse proposta un' altra proporzione, seguitata al solito dal Viston suo compilatore) e dall' Ermanno nell'appendice alla sua Foronomia num. 10. ove cerca di darne una dimostrazione più esatta.

Non è però senza difficoltà questo asserto, perchè sebbene le sperienze ci rendono certi, essere la velocità dell'acqua in sudduplicata ragione dell'altezza, pare che nel medesimo tempo ce la dimostrino assai minore di quella che si acquisterebbe un grave cadendo dalla medesima altezza, che avea l'acqua nel vaso; e la differenza è tanto grande, che dubito possa rifondersi nelle resistenze dell'aria, e del soffregamento nel contorno dell'apertura, da cui ha l'esito. Perchè quando ancora non vogliamo stare sul rigore de' piedi 15 e una linea, che può scendere un grave dalla quiete partendosi in un minuto secondo con moto accelerato, come dimostra Cristiano Ugenio nel suo Orologio Oscillatorio: nella quale supposizione, la velocità conceputa cadendo dalla detta altezza sarebbe tale da scorrere trenta piedi, e un sesto orizzontalmente con moto equabile, nel medesimo tempo d'un minuto secondo, e per conseguenza 1810. piedi in un minuto primo; quando, dico, non si voglia stare su questo rigore, e si ponga, che l'acqua scenda in un minuto secondo soli 12. piedi, come il Mersenno, ed il Mariotte ricavano da immediate osservazioni, nelle quali è framischiata la resistenza dell'aria, sicchè la velocità conceputa da tale caduta sarebbe passare con moto equabile in un secondo minuto piedi 24. ed in un minuto primo piedi 1440, paragonando ciò a qualunque sperienza o del Guglielmini, o del Mariotte, si trova un grandissimo divario; perchè il piede di Parigi è circa dieci once, e un quarto del piede di Bologna, saranno 12. piedi di Parigi eguali a piedi dieci, ed once 3. di Bologna, a cui nella tavola del Guglielmini corrisponde una velocità, che passi in un minuto primo 692. piedi, ed undici once di Bologna, ma la velocità acquistata dalla caduta di 12 piedi di Parigi, ovvero piedi 10 once 3. di Bologna dovrebbe passare in un minuto primo piedi 1440. di Parigi, che sono 1230 di Bologna; dunque la velocità dell'acqua, che sgorga da un vaso alto piedi 10 once 3. di Bologna è assai minore di quella, che si sarebbe acquistata l'acqua cadendo ancora per aria (non che nel vuoto)

dal-

dalla medesima altezza; e sta quella a questa, come 1663. a 2952.

Ma per non imbrogliarci nella riduzione delle misure, si prenda qualche sperienza del Mariotte. Secondo quest' Autore, un piede cubico d' acqua pesa 70. libbre, o pure uguaglia 35. pinte di due libbre l' una. Se questo cubo si ridurrà in un parallelepipedo, che abbia per base il quadrato di 3. linee, cioè della quarantottesima parte della lunghezza d' un piede, la lunghezza di tale parallelepipedo sarà 2256. piedi, e se la base in vece di essere quadrata, fusse circolare, col diametro pure di 3. linee, sarebbe ridotto il detto cubo in un cilindro lungo piedi 2871.. e un quarto in circa: ma dicasi per ischivare le minuzie, piedi 2870. dunque ogni libbra d' acqua, formata in un cilindro, che abbia per base l' apertura circolare di 3. linee, sarà lunga piedi 41. in circa; ma esserisce il suddetto Mariotte nel Trattato sopraccitato parte 3. disc. 2. che *per più sperienze esattissime, un apertura rotonda di 3. linee di diametro essendo a piedi 13* (non che soli 12.) *sotto la superficie superiore dell' acqua d' un largo tubo, dava in un minuto 14. pinte di quelle, che pesano due libre, e di cui 35. fanno il piede cubico:* dunque l' acqua uscita in un minuto dall' apertura circolare di 3 linee pesava libbre 28., e conformata in un cilindro, che avesse per base la detta apertura, si sarebbe stesa a una lunghezza di piedi 1148 e questa è la velocità, che mostra di avere l' acqua uscita da un vaso con 13. piedi di altezza sopra di se, assai minore di quella che si acquisterebbe cadendo liberamente ancora da soli 12. (non che 13.) piedi d' altezza, la quale velocità, come abbiamo veduto, le farebbe passare in un minuto primo una lunghezza di 1440 piedi: e cadendo da piedi 13. ne passerebbe circa a 1493. Quale sia lo scioglimento di questa difficoltà, si lascia a più sollevati ingegni, e di maggior ozio abbondanti l' indagarlo, per maggiore perfezione di questa scienza.

PROPOSIZIONE XI.

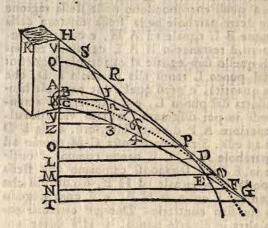
Quando l' altezza A C del lume, per cui esce l' acqua, è di sensibile grandezza, le gocce, ch' escono da varj punti A, B, C, descrivono varie parabole, le quali s' intrecciano vicendevolmente, segandosi, e componendo come una funicella raggruppata in un nodo, oltre il quale poi si vanno separando l' una dall' altra, come appresso esporremo.

Sia A P la parabola, che descrivono le gocce, le quali escono dalla cima dell' apertura A, e sia C E la parabola descritta dall' infime gocce tramandate dal punto C, siccome la B D venga da un punto di mezzo B, è manifesto, che per essere la sublimità H B maggiore della sublimità H A, e minore della sublimità H C, sarà la parabola B D descritta dalla goccia B più ampia della pa-

la parabola A P descritta dalla goccia A, ma più angusta della parabola C E descritta dalla goccia C, secondo la diversa grandezza de' lati retti quadrupli delle dette sublimità, a' quali corrispondono nella stessa ragione diverse ampiezze di ordinate alle dette parabole nella stessa distanza dalla cima di ciascheduna. Posta adunque B L eguale ad A H, e conseguentemente A L eguale ad H B, e però il rettangolo H A L eguale al rettangolo H B L, ed il quadruplo di quello sarà eguale al quadruplo di questo: cioè il quadrato dell' ordinata dal punto L tanto alla parabola B D, che alla parabola A P, è della stessa quantità, e però queste due parabole hanno comune l' ordinata L D condotta dal punto L, e si intersegano amendue nel punto D, andando quindi in poi disgiunte, mutato vicendevolmente il loro sito, sicchè la superiore A P diventa inferiore, e la B D ch' era inferiore, si fa superiore ad essa. Similmente posta C M eguale ad A H, si mostrerà, che le due parabole A P, C E hanno comune l' ordinata M E, convenendo insieme in E, ove segandosi cambiano alla stessa maniera il loro sito; ed altresì posta C N eguale ad H B, si mostrerà che le parabole B D, C E hanno comune l' ordinata N F, e si congiungono in F, separandosi quindi in poi con sito contrario. Dunque ciascuna parabola concorrendo con ciascun' altra in diverso punto, si farà come una funicella intrecciata di varj fili, i quali oltre il concorso di tutte, dove si restringono quasi in un nodo, con più larga tessitura si anderanno spargendo, e dilatando in infinito, ammettendo fra le sue parti molt' aria interposta. Il che ec

PROPOSIZIONE XII.

Ritrovare i limiti della funicella, come sopra, intrecciata dall' acqua, e determinare altre sue circostanze.

Essendo che dove concorre la parabola A D colla B D riesce la distanza B L eguale ad A H, come si è veduto, e dove concorre la parabola B D colla C E, diventa la distanza C N eguale a B H, e così dell' altre: ne viene, che posta A O eguale alla sublimità A H; sicchè il punto O sia foco della superiore parabola A P, e ordinata la O P, sarà il punto P termine delle intersezioni dalla banda di sopra, perchè niuna parabola, prima di giugnere al punto P, potrà intersecarsi con verun' altra; e dall' altra parte, posta C T eguale alla sublimità C H, sicchè il punto T sia foco dell' infima parabola C E, e ordinata T G, sarà il punto G il termine delle intersezioni dalla banda di sotto, perchè niuna parabola potrà più intersegarsi oltre al punto G, ma tutte le intersezioni, o intrecciature di tali parabole si faranno tra mezzo li due punti P, G, essendo la porzione P G intercetta fra le due ordinate da' fochi della suprema, e dell' infima parabola, che sono O, T, l' intervallo delle quali ordinate O, T è duplo dell' altezza dell' apertura A C (essendo H T dupla di H C, come H O dupla di H A, e però la rimanente O T dupla della residua A C) ed il punto E, in cui la suprema parabola A P concorre coll' infima C E, pare che corrisponda alla parte della funicella più ristretta, e più serrata dell' altre, perchè tutte le parabole concorrono colla suprema tra il punto P, ed il punto E, coll' infima poi tra il punto E, ed il punto G; sicchè tanto sopra, che sotto il punto E si vanno tutte le parabole allontanando l' una dall' altra, e più largamente spargendo sopra, e sotto l' infima parabola C E, la quale solo fino al punto E resta inferiore a tutte, indi appoco appoco si

co si va sollevando, finchè giunta al punto G si fa a tutte superiore, siccome viceversa la suprema parabola A P dal punto E in giù si fa inferiore a tutte l'altre, e dal punto E in su le va segando, e sollevandosi sopra di esse, fino al punto P, dove resta liberamente superiore ad ogn'una; ed in ogni intersezione successivamente qualunque inferiore alla suprema si fa superiore ad essa, e però scavalca tutte l'altre: determinandosi il luogo, in cui ciascuna a vicenda si fa superiore a tutte, dove l'ordinata di qualunque parabola viene dal suo foco, cioè nella distanza dal vertice eguale alla sua sublimità; di maniera che generalmente, divisa O H per mezzo in A, l'ordinata O P concorre colla suprema parabola che ha il suo vertice in A, nel punto P, ove ultimamente gode la prerogativa d'essere superiore a tutte, e quindi in poi la va perdendo: similmente, divisa H T per mezzo in C, si trova la cima C della parabola C E, di cui l'ordinata T G mostra il punto G, in cui comincia ad essere superiore a tutte, essendo fin allora stata inferiore, e divisa H M per mezzo in B si trova la cima B della parabola B D, che nel punto 8. dell'ordinata dal punto M resta superiore all'altre; imperocchè nessuna parabola sopra l'ordinata dal foco può essere segata da una sua inferiore, ed abbassarsi sotto di essa; ma solamente in detto sito superiore all'ordinata dal foco può essere segata da qualche sua superiore, la quale però nello stesso tempo le diventa inferiore; e nessuna parabola superiore può segare una data parabola sotto l'ordinata dal foco, perchè la sublimità della segante, la quale è minore di quella della segata, dovrebbe uguagliare la distanza dalla cima della parabola medesima segata: e però non può accadere, che veruna parabola stia sopra a quella, la cui ordinata batte nel suo foco. Nessuna parabola poi si fa inferiore a tutte, se non la C E sopra il punto E, e la A P sotto il punto E, ancora tra i limiti P, G delle intersezioni; imperocchè non può la C E essere segata da veruna superiore, se non sotto il punto E, per essere la distanza C M eguale ad A H, e minore di qualunque altra sublimità, per esempio di H B, cui si dee porre eguale la distanza C N per ritrovare l'ordinata all'intersezione N F; nè veruna parabola può segare la suprema A E, se non sopra il punto E, per essere M A eguale a C H maggiore di qualunque altra sublimità B H, cui dovrebbe porsi eguale A L, per trovare l'ordinata L D corrispondente al concorso delle due parabole.

Corollario I.

Quindi è chiaro, che la parabola, la quale nel concorso E della suprema

ma A D coll'infima C E, resta superiore a tutte, è quella, che viene dal centro B dell'apertura A C; perchè essendo A M eguale a C H, se ancora H B è eguale a B M (come ricerca l'essere la parabola superiore all' altre nell'ordinata, che si tira per M) sarà altresì A B eguale a B C, ed il punto B è il centro del lume A C.

Corollario II.

Fatto l'angolo semiretto M H P, la retta H P toccherà tutte l'esteriori parabole, per essere sempre la distanza M H dupla della M B intercetta fra il vertice, ed il foco; di maniera che se altre parabole superiori, o inferiori Q R, V S ec. fossero descritte, continuando all' insù, o all' ingiù la sezione del lume, ovvero forando con varie altre aperture il vaso H C K nella stessa linea verticale H C, sempre la medesima retta H P, passerà pel convesso di tutte le parabole descritte dall' acqua, che uscisse per queste aperture, toccandole dove si fanno superiori all' altre nel loro intrecciamento, e limitando il luogo, oltre al quale non possono sollevarsi.

Corollario III.

E' manifesto altresì, che lo zampillo dell'acqua tramandata da un lume verticale con direzione parallela all' orizzonte, non può mai giugnere ad una distanza orizzontale maggiore dell' altezza del supremo livello dell' acqua sopra quell' orizzonte; ma solo al più ad una distanza eguale a detta altezza (cioè dove viene toccata la curva del getto parabolico dalla retta H P) e negli altri luoghi si ristringe sempre a minore distanza.

PROPOSIZIONE XIII.

Determinare le parti sincrone dell' acqua, che esce da un vaso per un lume verticale.

Si pongano nell'asse dal vertice di ciascuna parabola le eguali porzioni A X, B Y, C Z, e si tirino l'ordinate a ciascuna parabola X 1, Y 2, Z 3. E' manifesto, che le porzioni delle curve paraboliche A 1, B 2, C 3 saranno descritte nel medesimo tempo eguale a quello della caduta per le porzioni eguali dell'asse A X, B Y, C Z. E queste saranno le parti sincrone dell'acqua, che si doveano determinare.

Corollario I.

Si avverta, che i punti 1. 2. 3. sopra determinati sono altresì in una linea parabolica: perchè essendo il quadrato X 1 quadruplo del rettangolo H A X, e così il quadrato Y 2 quadruplo del rettangolo H B Y, essendo A X, e B Y eguali, sarà il quadrato X 1. al quadrato Y 2 come H A ad H B; e posta H V eguale ad A X, ovvero a B Y, sicchè V X uguaglierà H A, ed V Y uguaglierà H B, avremo che il quadrato X 1. al quadrato Y 2. sta, come la distanza V X alla distanza V Y;

onde la curva 1. 2. 3. è una parabola, che averà per sublimità la retta H V (per essere il rettangolo H V X eguale ad H A X, cioè alla quarta parte del quadrato X 1.) quale insomma sarebbe descritta dall'acqua, che uscisse da un lume aperto in V, sotto il medesimo livello dell'acqua H K, e che per ciò sarebbe toccata dalla stessa retta H P, di cui nel Coroll. 2. della Prop. antecedente.

Corollario II.

Similmente, descritta ad arbitrio per qualunque punto Q, e colla sublimità H Q un'altra parabola Q R, questa ancora, segando in 7. 6. 4. le parabole A P, B D, C E, ne determinerà le parti sincrone A 7, B 6; C 4 onde conseguentemente riusciranno sincroni ancora gli archi intercetti 1. 7., 2. 6., 3. 4.

Corollario III.

E perchè le medesime parabole A P, B D, C E sono similmente descritte, serviranno anch'esse a determinare gli archi sincroni dell'altre; sicchè si faranno nello stesso tempo gli archi A P, B D, C E, a' quali di fatto corrispondono l'eguali porzioni dell'asse A O, B L, C M. Così ancora le parabole V 3. Q 4. A E, B F, segate dalla stessa parabola C E si faranno nello stesso tempo: ed altresì le parabole V 2, Q 6, A D, C F segate dalla stessa B E: come ancora le V 1., Q 7., B D, C E segate dalla medesima A P; onde gli archi 1. 3., 7. 4., P E, D F sono sincroni, per essere intercetti fra le stesse parabole A P, C E; e così degli altri.

SCOLIO.

La resistenza dell'aria porta molta alterazione alla curva descritta dallo zampillo dell'acqua, e conseguentemente modifica in diversa maniera le cose sopraddette: perchè, se l'aria resiste in ragione delle velocità, o de' loro quadrati, la curva suddetta sarà di tutt'altra natura, che sarei pronto a determinarla, se avessi ozio da stendere tutta la catena delle dimostrazioni, che si ricercano a ciò, e si potrà in altro luogo con miglior comodo stabilire. In tanto, senza più dilungarmi dalla materia, passerò avanti, solo avvertendo, che siccome si è determinato di sopra l'intreccio delle parabole descritte dall'acqua, che esce da un vaso con direzione orizzontale, così potrà il lettore da se stesso investigare quello delle parabole fatte con direzione inclinata all'orizzonte: bastando applicarvi lo stesso metodo, e dimostrazione, senz'altro divario, se non che non vi entra più la considerazione del fuoco delle parabole, per essere A C L un diametro secondario, e non l'asse di esse.

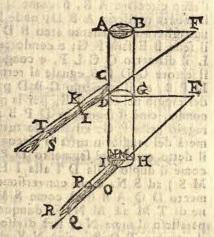
CA-

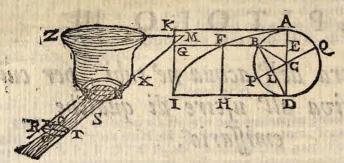
CAPITOLO III.

Della figura dell' acqua ne' tubi, per cui si deriva all' uscire di qualche emissario.

PROPOSIZIONE XIV.

SE l' acqua che esce da un apertura orizzontale M N, o verticale D C venga raccolta in un canale parallelepipedo M R, ovvero D T inclinato all' orizzonte, la superficie dell' acqua corrente dentro il canale suddetto sarà iperbolica quadratica, o sia del secondo grado.

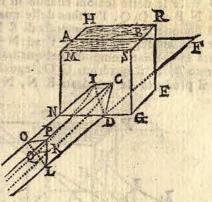
Prolungata la linea del fondo, finchè convenga col supremo livello dell' acqua, contenendo con essa l' angolo M E G, ovvero D F B, si tagli l' acqua corrente col piano O P, ovvero L K parallelo all' apertura, o prima sezione del lume M N, ovvero D C rispettivamente. Sarà dunque la sezione O P alla sezione M N, cioè la linea O P alla M N (per essere uniforme la larghezza del canale) come reciprocamente la velocità in M alla velocità in O (mercechè si trasmette in egual tempo la stessa quantità d' acqua per tutte le sezioni parallele del canale) cioè in ragione sudduplicata dell' altezze, o pure delle rette M E, O E; e raddoppiando l' un' e l' altra ragione, sarà il quadrato O P al quadrato M N, reciprocamente, come la distanza M E alla distanza O E; e per tanto la linea N P è l' iperbola quadratica, o sia del secondo grado, descritta fra gli asintoti M E, E G; e similmente sarà L K a D C in sudduplicata ragione delle D F, F L; e però ancora la linea C K è una iperbola del medesimo grado. Il che ec.

PROPOSIZIONE XV.

Poste le stesse cose, quando il canale recipiente fusse cilindrico, determinare la superficie dell' acqua corrente in esso, o sia l' apertura dell' emissario orizzontale, o verticale.

Sia il vaso Z N Y, da cui per l'apertura orizzontale N Y (basterà parlare di questa, potendo ogn' uno applicare lo stesso metodo al caso, in cui l'apertura fusse verticale) scorra l'acqua ricevuta dal tubo cilindrico N R, il di cui profilo inferiore sia la retta T N, che concorre in M col supremo livello dell'acqua Z M. Fra le due T M, N M sia media proporzionale M S, la quale si divida per mezzo, in X. Indi fatta la cicloide A F I D, generata dal cerchio A B D, si divida la base D I in H, sicchè stia D I ad I H, come X S ad S N, e condotta H F perpendicolare alla base D I, si ordini per F la retta G F E parallela alla detta base, dalla quale ordinata sia segato il cerchio generatore in B. Dunque, per la natura della cicloide, l' intercetta F B uguaglia l'arco circolare A B, siccome la base D I, cioè tutta la E G, pareggia la mezza periferia A B D; onde la somma de i due residui F G, B E, uguaglierà il rimanente arco B D, e però l' eccesso dell' arco B D sopra il seno B E sarà F G; e condotta la corda B D, cui sia perpendicolare in L il diametro Q C L P, e congiunto il raggio C B, è manifesto, essere il settore C D P B eguale al rettangolo della metà del raggio nell' arco D P B, ed il triangolo C B D pareggiare il rettangolo della stessa metà del raggio nel seno B E; per la qual cosa l'eccesso del primo sopra il secondo, cioè il segmento D P B uguaglierà il rettangolo della metà del raggio nella F G, ed essendo tutto il cerchio eguale al rettangolo della metà del raggio in tutta la circonferenza, cioè nel duplo di E G; e però il detto cerchio al segmento D P B stà come il duplo di G E ad F G, o come il duplo della D I alla I H, ovvero come il duplo di X S (che è M S) ad S N; e per conversione di ragione il cerchio suddetto al segmento D Q A B starà come S M ad M N, cioè in suddduplicata ragione di T M ad M N; se dunque il diametro T R del cerchio T O R parallelo al lume N Y sarà diviso in V, come P Q è diviso in L, sarà il cerchio T O R, cioè N Y al segmento O T O in suddduplicata ragione di T M ad M N, o come la velocità in T alla velocità in N; e però il detto segmento T O V sarà la vera sezione dell'acqua corrente in T, e la linea Y V (determinando similmente gli altri suoi punti) ci rappresenterà la figura della superficie dell'acqua corrente nel proposto tubo cilindrico. Il che ec.

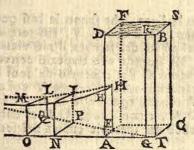
PROPOSIZIONE XVI.

Se il canale, per cui si riceve l'acqua, fosse una doccia triangolare, la cui sezione C D I; la superficie dell' acqua si disporrebbe in una linea iperbolica C K d i quarto grado.

Perchè prolungato il fondo del canale L D fino al livello supremo dell' ac-

acqua in F, essendo le sezioni dell' acqua nella doccia i triangoli simili C D I, K L Q, sarà la prima sezione alla seconda in duplicata ragione de' lati omologhi C D, K L; ma sono ancora le sezioni reciproche delle velocità, le quali hanno la ragione sudduplicata di F L ad F D; dunque la ragione sudduplicata di F L ad F D uguaglia la duplicata di C D ad K L; e raddoppiando l'una e l'altra, sarà la ragione di F L ad F D uguale alla quadruplicata di C D a K L; onde i punti C, K, sono in una iperbole del quarto grado tra gli asintoti D F, F A. Il che ec.

PROPOSIZIONE XVII.

Spandendosi il fondo A E P N in un trapezio triangolare, la superficie dell' acqua H K M sarà di figura iperbolica ordinaria, cioè del primo grado, se il canale è posto orizzontalmente.

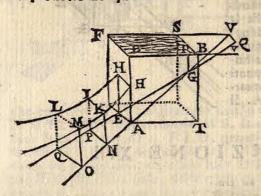
Imperocchè nel piano orizzontale non accelerandosi il moto, ma conservandosi la stessa velocità, tutte le sezioni I P N K, L Q O M saranno uguali; dunque K N ad M O sta come O Q ad N P, cioè come la distanza O G, dal concorso G de' lati del trapezio triangolare A E P N, alla distanza N G; e però H K M; ovvero H I L è una iperbole ordinaria d' Apollonio. Il che ec.

Corollario.

E' manifesto, che tirata la G R parallela ad A H, l' iperbole H K M averà per asintoti le due N G, G R, e l' iperbola H I L le due P G, G R.

PROPOSIZIONE XVIII.

Poste le stesse cose, ma il trapezio del fondo A E Q O, essendo inclinato all' orizzonte, le curve H K M, H I L saranno iperbole solide di doppio centro, o cubiche del second' ordine, secondo i casi che in appresso distingueremo.

Imperocchè concorra il piano del fondo col supremo livello dell' acqua nella retta V u, congiungendosi i lati del trapezio in G, essendo adunque la sezione K N P I all' altra M O Q L, come la velocità sopra il fondo O alla velocità sopra il fondo N, cioè in ragione sudduplicata di O V ad N V,

N V, e le dette sezioni essendo in ragione composta di K N ad M O, e di N P ad O Q, l'ultima delle quali è la stessa, che di N G a G O, sarà dunque la ragione composta di K N ad M O, e di N G a G O, eguale alla suddupplicata di O V ad N V; e raddoppiando le dette ragioni, sarà la ragione composta del quadrato K N al quadrato M O, e del quadrato N G al quadrato G O, eguale a quella delle distanze O V, N V; e il prodotto de' quadrati K N, N G nella retta N V, eguale al prodotto de' quadrati M O, G O nella retta O V; per la qual cosa, avremo il quadrato K N al quadrato M O, come reciprocamente il solido fatto dal quadrato G O nella retta O V, al solido fatto dal quadrato N G nella retta N V; onde la curva H K M è una iperbole solida, di due centri, che sono G, e V.

Se il piano del trapezio A E Q O tagliasse il supremo livello dell'acqua sotto al punto G, sarebbe la stessa cosa, se non che il centro G, a cui terminano le linee, che fanno le basi quadrate de' solidi, allora sarebbe il più lontano, ed il centro V, cui terminano le linee, che sono l'altezze de' medesimi solidi, sarebbe il più vicino.

Ma quando esso trapezio convenisse col livello dell'acqua appunto nell' angolo G del concorso de' suoi lati; allora svanirebbe l' intervallo G V, concentrandosi il centro V col centro G in un solo punto, e le O V, N V essendo eguali alle O G, N G, sarebbe il quadrato N K al quadrato O M, come il cubo O G al cubo N G; onde allora la curva H K M sarebbe un' iperbole cubica del secondo ordine. Il che ec.

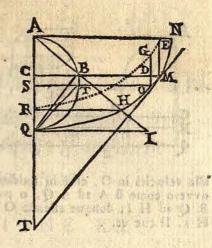
Corollario.

E' manifesto, che dal punto G tirando la G R parallela ad A H (ovvero, quando il trapezio A O Q E concorresse col supremo livello dell' acqua sotto al punto G, di maniera che V fusse il centro più vicino, tirando detta parallela dal punto V) sarebbe questa parallela uno degli asintoti della curva, e l'altro sarebbe la retta G O (ovvero G Q, rispetto all' altra curva H I L) Per l'altro centro più lontano non passando asintoto, ma servendo solo di termine fisso alle distanze, che determinano le dimensioni di que' solidi.

PROPOSIZIONE XIX.

Se il canale, per cui dee scorrere l'acqua, avendo sempre pari larghezza, averà il fondo N M Q di figura cicloidale, determinare la figura della superficie dell'acqua.

Preso qualunque punto M nel fondo cicloidale, e condotta l'orizzontale M C, che sega il cerchio genitore A B Q nel punto B, si conduca la cor-

corda A B, e determinata l'altezza dell' acqua Q R nel punto Q, si faccia come la corda A B alla corda A Q (cioè al diametro del cerchio genitore, per essersi preso il punto Q nel termine dell' asse della cicloide) così l'altezza Q R all'altezza M E; sarà il punto E nella curva E G R ricercata. Imperocchè la velocità in M alla velocità in Q, è come A B ad A Q, essendo questa la ragione sudduplicata dell' altezze A C, A Q: dunque per essere Q R ad M E nella detta ragione, saranno in pari larghezza le sezioni Q R, M E reciproche delle velocità: onde saranno, quali si richiede per iscaricare egual quantità d'acqua da amendue, e però E G R sarà la superficie dell' acqua: Il che ec.

Corollario I.

Si avverta, che per essere Q A ad A B, come Q B a B C, cioè come la tangente della cicloide T M all'ordinata M C, ovvero come l'elemento M O della curva cicloidale all' elemento M D della sua ordinata [essendo O G infinitamente prossima ad M E] sarà ancora M E a Q R, come M O ad M D; e però lo spazio elementare E M O G uguaglierà il rettangolo della costante Q R nell' elemento M O della curva; e ciò sempre; onde integrando, tutto lo spazio curvilineo E G R Q O M uguaglierà il rettangolo della stessa Q R nella curva M O Q, e le parti di quello saranno eguali alle corrispondenti parti di questo; onde il corpo d' acqua, che corre sul fondo cicloidale M O Q sarà proporzionale all' estensione del fondo medesimo M O Q; di maniera che l' acqua E R Q M all' acqua G R Q O, sarà come la curva M Q alla curva O Q: giusto come se il canale fusse uniforme, ed egualmente alto per tutto, col fondo disposto in una retta orizzontale.

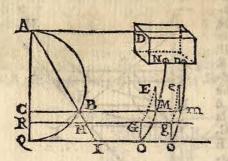
Corollario II.

Si osservi inoltre, che da' punti R, Q tirate le orizontali R H, Q I, segate dalla A B prolungata in H, I, sarà sempre l'intercetta I H eguale alla M E, essendo M E a Q R, come A Q ad A B, ovvero come A B ad A C, cioè come I H a Q R.

PROPOSIZIONE XX.

Qualunque sia la linea del fondo N M O, retta, o curva, trovare generalmente la superficie dell' acqua E G nel canale, che la riceve.

Si faccia il mezzo cerchio A B Q, il cui diametro sia l'altezza interpo-

fta fra il livello dell'acqua, e l'infimo punto O del canale, e pofta R Q eguale all'altezza O G, che conviene all'acqua nel detto infimo punto, fi tirino le orizzontali Q I, R H, fegate da qualfivoglia corda A B ne' punti H I, e tirata l'orizzontale B M, fi alzi M E eguale ad H I, parallela ad O G: farà il punto E nella fuperficie ricercata; e così potranno determinarfi tutti i punti di effa; imperocchè debbe effere O G ad M E, come la velocità in M alla velocità in O, cioè in fuddupiicata ragione dell'altezze C A, A Q, ovvero come B A ad A Q, o pure come C A ad A B, che è la fteffa di R Q ad H I; dunque effendo O G eguale ad R Q, farà M E eguale ad H I. Il che ec.

Corollario.

Quando M O è una linea retta, la E G diventa un iperbola del fecondo grado, effendo il quadrato Q A al quadrato A B, cioè il quadrato M E al quadrato O G, come Q A ad A C, ovvero O F ad F M.

SCOLIO.

Tanto in quefta, che nell'antecedenti propofizioni fi dovrebbero in rigore affumere le fezioni O G, M E perpendicolari alla linea del fondo N M O, cui fi può fupporre parallela la direzione del corfo dell'acqua; Ma effendo vero generalmente, che per tutte le fezioni tra di loro parallele dee fgorgare in pari tempo eguale quantità d'acqua [non dipendendo la dimoftrazione della prop. 1. del libro primo dell'effere le fezioni perpendicolari al corfo de' fiumi] e confeguentemente effendo elleno fempre reciproche alle loro velocità, fi è ftimato bene di lafciare quefte propofizioni ne' termini univerfali, in cui ftanno: effendo poi in libertà de' Leggitori il ridurle, come più le parrà opportuno, a fezioni perpendicolari alla direzione del moto dell'acqua, offervando la fteffa coftruzione.

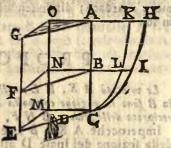
CA-

CAPITOLO IV.

Del tempo, in cui qualsivoglia vaso, o ricettacolo d' acqua si va votando, non essendogliene frattanto somministrata altra copia.

PROPOSIZIONE XXI.

Votandosi il vaso, o ricettacolo A C E G O per l' apertura D posta nel fondo, o vicino ad esso, determinare la scala delle velocità, con cui la superficie suprema dell' acqua va discendendo dentro del vaso, ed accostandosi al fondo.

Sia A C l'altezza dell' acqua nel vaso pieno, e colla cima C, ed asse C A descrivasi con qualunque lato retto la parabola C I H; e come la superficie dell' acqua A G O sta all'apertura D, così stia H A ad A K. Similmente segando altrove il medesimo vaso con un piano parallelo ad A G O, che sia B N F, come B N F all' apertura D, così stia I B a B L, e così sempre. Dico che la curva K L C è la scala delle velocità, con cui scende la superficie dell' acqua dentro il vaso; Imperocchè quando l' acqua è nell' altezza A C, la velocità, con cui esce dall' apertura, D è come l' ordinata H A della parabola, e quando l' acqua arriva solamente all' altezza B C, la velocità con cui esce dal foro D, è come l' ordinata B I, essendo le dette velocità in sudduplicata ragione dell' altezze, di maniera che ciascuna ordinata della parabola esprime quel grado di velocità, che compete all' acqua nell' apertura D, quando il livello dentro il vaso giugne all' altezza corrispondente alla detta ordinata; ma perchè tant' acqua scende dall' apertura D, quanta si muove discendendo dentro il vaso da un livello più alto ad uno più basso (essendo appunto tanto il calo dell' acqua dentro il vaso, quanta è la quantità, che di mano in mano esce dal foro) bisogna che la velocità dell' acqua nell' apertura D stia alla velocità della superficie A O G che discende, come reciprocamente la stessa superficie A O G all' apertura D; adunque essendo la velocità H A alla velocità A K, come A O G al lume D, sarà A K la velocità competente alla superficie A O G; similmente essendo la velocità del lume D, quando l' acqua ha il suo livello in B, l' ordinata I B, la quale sta a B L, come la superficie, o sezione dell' acqua nel vaso B N F al lume D, sarà B L la velocità della superficie

dell'

dell'acqua, quando si trova giunta in B, essendo discesa dall'altezza A B; e così sempre; dunque la curva K L C determina la scala della velocità, con cui scende la superficie dell'acqua dentro il vaso, mentre si va votando per l'apertura D. Il che ec.

Corollario I.

Si noti, essersi provato, che l'ordinate della parabola H I C A espongono le velocità competenti all'acqua nell'uscire dall'apertura D in quegli instanti, ne' quali l'acqua giugne all'altezze di mano in mano tagliate dalle dette ordinate; di maniera che l'acqua esce dal lume D con moto ritardato, facendosi sempre minore la sua velocità, secondo che va calando l'altezza dell'acqua nel vaso.

Corollario II.

Se il vaso, o ricettaccolo A C E G O o cilindrico, o prismatico, di maniera che tutte le sue sezioni A O G, B N F siano eguali, averanno sempre la stessa proporzione alla sezione del lume D; onde H A ad A K, ed I B a B L staranno nella stessa proporzione, e però la scala delle velocità della superficie dell' acqua, cioè la curva K L C sarà una parabola anch'essa, e la detta superficie dell' acqua discenderà dentro il vaso con moto ritardato; diminuendosi la sua velocità, come ne' gravi tirati allo in sù.

PROPOSIZIONE XXII.

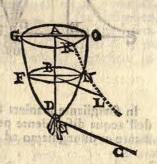
Le velocità A K, B L, colle quali discende la superficie dell' acqua in A, ed in B sono in ragione composta della sudduplicata dell' altezze A C, B C, e della reciproca delle sezione B N F, A O G.

Imperocchè A K a B L è in ragione composta di A K ad A H (cioè della sezione del lume D alla superficie A O G) di A H a B I (che è la sudduplicata dell'altezze A C, C B) e di B I a B L (cioè della sezione B N F all'apertura D; ma la prima, e la terza ragione formano quella di B N F ad A O G; dunque A K a B L è in ragione composta della sudduplicata dell'altezze A C, B C, e della reciproca delle sezioni B N F, A O G. Il che ec.

Corollario I.

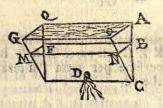
Se le sezioni fussero in ragione sudduplicata dell'altezze, come se fusse il vaso un prisma parabolico, i cui piani verticali opposti fussero due eguali parabole A H C; sicchè le sezioni fussero rettangoli compresi dell'ordinata A H, B I della parabola, e da una costante, la ragione composta della sudduplicata dell'altezze, e della reciproca delle sezioni, sarebbe ragione di egualità; di maniera che la curva K L C diventerebbe una retta parallela ad A C, e la superficie dell'acqua discenderebbe con moto equabile verso il fondo.

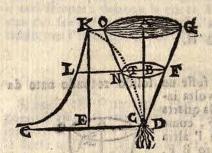
Corollario II.

Lo ſteſſo accaderebbe, quando il vaſo fuſſe un ſolido rotondo nato da una parabola G F C del quarto grado, rivolta intorno l'aſſe A C; imperocchè, eſſendo la quarta poteſtà di A G alla quarta poteſtà di B F, come A C a B C, ancora dimezzando l'una, e l'altra ragione, ſarà il quadrato A G al quadrato B F, ovvero il cerchio O G al cerchio N F, in ſuddupplicata ragione di A C a C B, e però ſecondo il corollario precedente la ſuperficie O G dee diſcendere equabilmente nel votarſi il vaſo O C G.

Corollario III.

Ma ſe il vaſo medeſimo O C G fuſſe generato dalla parabola ordinaria, ſcenderebbe in eſſo la ſuperficie dell' acqua con moto accelerato (come accennò ſenza dimoſtrazione il Torricelli nel fine del ſuo Trattato del moto dell' acque) perchè la velocità in A alla velocità in B ſarebbe in ragione compoſta di A G a B F, e del quadrato B F al quadrato A G, cioè ſarebbe reciprocamente, come B F ad A G, e però ſcendendo da A in B diventerebbe maggiore; e la ſcala della velocità ſarebbe un iperbole quadratica K L, in cui il quadrato A K al quadrato B L ſtarebbe reciprocamente, come B C a C A.

Corollario IV.

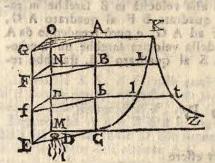
Nel priſma triangolare A O C P G Q per eſſere il triangolo A C O analogo alla conoide parabolica O C G, (*fig. anteced.*) accade il medeſimo; ed in fatti la ſezione A O G Q alla ſezione B N M F ſta come A O a B N, cioè come A C a C B, o come il cerchio O G della conoide parabolica (*fig. anteced.*) al cerchio N F, e però la velocità, con cui ſcende la ſuperficie del detto priſma triangolare poſto col taglio C P all' ingiù, creſce come nel conoide parabolico, ſecondo la ſcala dell' iperbole quadratica K L.

Corollario V.

Eſſendo il vaſo G C O un cono, ovvero una piramide colla punta all' ingiù, da cui per l'apertura D eſca l'acqua, la ſcala della velocità ſarà una

una iperbole cubica del second' ordine; imperocchè alla ragione sudduplicata di A C ad A B aggiungendo la reciproca delle sezioni circolari F N, G O, che è la duplicata di C B ad A C, si fa la velocità A K alla velocità B L in ragione della radice quadra del cubo B C alla radice quadra del cubo A C; e quadrando sarà il quadrato A K al quadrato B L, come il cubo B C al cubo A C.

SCOLIO.

In simigliante maniera si troverà la scala della velocità della superficie dell'acqua discendente per qualunque sorta di vaso, senza che soverchiamente ci dilunghiamo ad esaminarle tutte.

PROPOSIZIONE XXIII.

Descrivere la curva K T Z esprimente i tempi della scala della superficie dell' acqua nel vaso A O G E, cioè la scala de' tempi elementari.

Si descriva prima la curva K L C, che è la scala delle velocità, con cui scende la superficie dell' acqua, come di sopra si è insegnato: indi si faccia, come la velocità L B alla velocità A K, così A K a B T; saranno dunque l'ordinate B T reciproche delle velocità L B; e per la prop. 4. delle mie Note al Trattato del moto accelerato del Galileo, la curva K T Z sarà la scala de' tempi elementari: di maniera che le sue ordinate B T saranno come i minimi tempi impiegati dalla superficie dell' acqua nello scendere per una particella infinitamente piccola della sua altezza; e tutta l'area A K Z C alla parte A K T B starà come il tempo, in cui scende la detta superficie per tutta l' altezza A C, al tempo, in cui scende per A B; il che ec.

Corollario I.

Essendo ne' vasi cilindri, e prismatici la scala delle velocità una parabola K L C, per lo coroll. 2. della prop. 21. la sua reciproca K T Z sarà un iperbole quadratica, in cui il quadrato B T al quadrato K A sta come A C a B C, essendo questa in tale caso la ragione del quadrato A K al quadrato B L.

Co-

Corollario II.

Viceversa essendo il vaso una conoide parabolica ordinario O C G (*fig. del coroll. 2. prop. 22*) perchè la scala delle velocità K L è una iperbole quadratica, come si è dimostrato nel Coroll. 3. della precedente (e lo stesso dicasi del prisma triangolare voltato col taglio all'ingiù, come nella (*fig. del coroll. 4 prop. 22.*) si è provato al Coroll. 4.) la sua reciproca, cioè la scala de' tempi elementari sarà una parabola, di maniera che i tempi suddetti saranno come i raggi, o come li diametri delle sezioni di detta conoide parabolica, per le quali di mano in mano passa la superficie suprema dell'acqua, secondo che si và abbassando.

Corollario III.

E perchè si è veduto nel Coroll. 5 della precedente, che la scala della velocità nel vaso a cono G C O (*fig. del coroll. 5 prop. 22.*) (o di una piramide voltata colla punta allo in giù) è l' iperbole cubica del second' ordine, averemo per sua reciproca la parabola K T C parimente cubica dello stesso ordine, in cui sarà il quadrato B T al quadrato A K, come il cubo A C al cubo B C; e questa sarà la sua scala de' tempi elementari.

Corollario IV.

Generalmente la curva A K T (*fig di questa prop. 23.*) scala de' tempi elementari averà le ordinate A K, B T in ragione composta della diretta delle sezioni A O G, B N F del vaso, e della reciproca sudduplicata di B C ad A C: siccome la scala delle velocità K L C, che le è reciproca per la Prop. 22. ha le ordinate in ragione composta della diretta suddu plicata delle altezze A C, B C, e della reciproca delle sezioni B N F, A O G.

Corollario V.

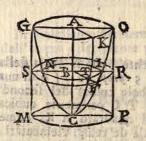
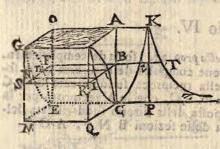
Onde ancora (per le cose dette nella dimostrazione della Prop. 6. del lib. 1.) la ragione delle sezioni A O G, B N F del vaso sarà composta di quella de' tempi elementari A K, B T, e della sudduplicata di A C a B C, cioè delle velocità che ha l'acqua nell'uscire dal lume nell' altezze A C, B C, cioè, supposto, che C L K sia una parabola esprimente le dette velocità, sarà A O G a B N F, come il quadrato A K al rettangolo T B L.

Corollario VI.

Che però, se le sezioni del vaso decrescono, o si ampliano andando verso il fondo C secondo qualunque ragione diretta, o reciproca delle distanze A C, B C, moltiplicata, o summoltiplicata secondo l' esponente m, toltone da esso un mezzo, che è l'esponente delle ordinate della para-

rabola, sarà il resto l'esponente dell'ordinate nella scala de'tempi elementari.

PROPOSIZIONE XXIV.

Benchè la conoide O C G generata dalla parabola del quarto grado sia due terzi del cilindro circoscritto O P M G: siccome ancora il prisma parabolico ordinario H C A O E G sia due terzi del prisma rettangolo circoscritto H Q M E O A; tuttavolta impiegherà la detta conoide a votarsi per una eguale apertura la metà del tempo, che vi impiega il cilindro; e così il prisma parabolico rispetto al prisma rettangolo.

Ciò è manifesto dal Coroll. 1. della precedente, in cui si è veduto, essere la scala de' tempi d'un cilindro, o d'un prisma lo spazio dell'iperbole quadratica A K T Z C, il quale è duplo dell'iscritto rettangolo K A C P; il quale sarebbe la scala de' tempi del moto equabile competente al moto della superficie dell'acqua sì nella conoide parabolica del quarto grado, come nel prism parabolico ordinario, per li Coroll. 1. e 2. della Prop 22, essendo adunque l'aree de' tempi elementari, come i tempi di tutto il moto della superficie dell'acqua contenuta in questi vasi per tutta l'altezza A C, nel quale tempo votasi tutto il vaso, sarà il tempo, in cui si vota il cilindro duplo del tempo, in cui si vota la conoide parabolica del quarto grado; ed il tempo, in cui si vota il prisma rettangolo, altresì duplo del tempo, in cui si vota il prisma parabolico; e pure il primo non è di capacità duplo del secondo, ma sesquialtero, siccome ancora il terzo del quarto. Il che ec.

Corollario.

Dunque una conoide parabolica del quarto grado, ed un prisma parabolico ordinario, si votano più presto in proporzione della capacità loro, che non fa il cilindro, ed il prisma rettangolo; perchè a ragione dell'acqua in essi contenuta, se questi si votano in sei minuti di tempo dovrebbero quelli, che contengono solo due terzi di acqua, esaurirsi in 4. minuti; ma si esauriscono in 3. soli minuti, come si è veduto.

PROPOSIZIONE XXV.

Il tempo, in cui si vota una conoide parabolica ordinaria O C G al tempo, in cui si esaurisce per una simile, ed uguale apertura il cilindro circoscritto, è in ragione suttripla; e lo stesso accade di un prisma triangolare voltato col taglio all'ingiù, e pa-

e paragonato al prisma rettangolo, che lo circoscrive; quantunque la ragione della capacità de' solidi in amendue i casi sia suddupla.

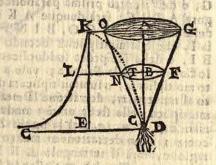
Perchè la scala de' tempi tanto della conoide parabolica ordinaria, che del prisma triangolare, è la parabola K T C, per lo Coroll. 2. della Prop. 23. ma questa è due terzi del rettangolo circoscritto, e conseguentemente un terzo dell'iperbole quadratica dupla di esso rettangolo, la quale iperbole è la scala de' tempi del cilindro, o del prisma rettangolo per lo Corollario 1. della stessa Prop. 23, dunque il tempo, in cui si vota la conoide parabolica ordinaria, è un terzo del tempo, in cui si esaurisce il cilindro circoscritto; e lo stesso vale del prisma triangolare rispetto al parallelepipedo circoscritto: quantunque la ragione de' solidi sia solamente suddupla. Il che ec.

Corollario.

Quì ancora è manifesto, che in proporzione della capacità sua è più breve il tempo, in cui si vota il solido iscritto, che il circoscritto: perchè in proporzione dell'acqua che contiene, dovrebbe vuotarsi nella metà del tempo, e pure si esaurisce solamente in un terzo di quello, che si richiede al solido cilindro, o parallelepipedo.

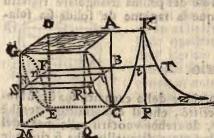
PROPOSIZIONE XXVI.

Un cono, ovvero una piramide colla punta allo ingiù si esaurisce in un quinto del tempo, in cui si esaurisce il cilindro, ovvero il prisma circoscritto, di cui pure essa piramide, o cono è un terzo di capacità.

Perchè la parabola conica del second'ordine A K T C, la quale, per lo Coroll. 3. della Prop. 23. è la scala del tempo del vaso conico, o piramide, e due quinti del circoscritto parallelogrammo K A C E, e questo è la metà della iperbole quadratica A K L C, che è la scala de' tempi del vaso cilindrico, o prismatico circoscritto; dunque la scala de' tempi del cono, o piramide è un quinto della scala de' tempi del cilindro, o prisma circoscritto; e conseguentemente si vota il cono nella quinta parte del tempo, in cui si vota il cilindro, e lo stesso vale di qualunque piramide rispetto al prisma, che la circoscrive, e di cui tanto l' uno, che l' altro solido è un terzo di capacità: come è noto a' Geometri.

Co-

Corollario I.

Quì ancora si vede, che più presto si esaurisce il cono, o la piramide, che il cilindro o prisma circoscritto, in riguardo alla sua capacità, perchè attesa questa, dovrebbe votarsi in una terza parte del tempo, in cui si esaurisce il solido circoscritto, e pure vi consuma solamente un quinto del medesimo tempo.

Corollario II.

Lo stesso vale di un prisma fatto dal trilineo parabolico A C I H le cui ordinate, e conseguentemente le sezioni del prisma, sono come i quadrati dell'altezze, onde è analogo al cono, e alla piramide.

PROPOSIZIONE XXVII.

Se il prisma A H I C E N G O è fatto dalla parabola H I C A di qualsivoglia grado, in cui le ordinate H A, I B sieno in ragione tanto multiplicata, o summultiplicata di quella dell' altezze A C, B C, quanto il numero m *intiero, o rotto, è moltiplice, o summultiplice dell' unità: il tempo, in cui dovrà votarsi, starà al tempo, in cui si voterebbe il prisma rettangolo circoscritto, come l' unità al complesso della stessa unità, e del duplo numero suddetto* m. *cioè come* 1. *a* 2. m + 1.

Sia A K T Z C la scala del tempo del prisma rettangolo A H Q M E G, e dell' iscritto prisma parabolico H I C E N G O A sia la scala la figura A K I C; sarà dunque A K a B *t* in ragione composta della diretta delle sezioni A H G O, B I N F, cioè dell' ordinata A H all' ordinata B I, che è la multiplicità secondo il numero *m* di quella dell' altezze A C, B I, e della reciproca sudduplicata delle medesime altezze B C, A C, per lo Coroll 4. della Prop. 23. vale a dire, che A K a B *t* sarà in ragione tanto moltiplicata, o summultiplicata di quella delle altezze A C, B C, quanto il numero *m*, detrattone la metà dell' unità, resta moltiplice, o summoltiplice della stessa unità; onde per le cose dimostrate da noi negli Ugeniani cap. 8. n. 10. sarà la figura A K *t* C al suo compimento K *t* C P, come 1 ad *m* detrattone un mezzo; e componendo, e per conversione di ragione, sarà il rettangolo A K P C alla figura A K *t* C, come *m* con un mezzo, all' unità; ma essendo l' iperbola quadratica A K T Z C dupla dell' iscritto rettangolo A K P C, sarà quella a questo, come 2 *m*, colla giunta d' una unità, ad *m* con un mezzo; dunque per l' ugualità ordinata, sarà la detta area iperbolica alla figura A K *t* C, cioè il tempo che mette a votarsi il prisma rettangolo, al tempo in cui si esaurisce il prisma parabolico, come 2 *m* colla giunta dell' unità alla stessa unità; e convertendo è manifesto ciò, che si era proposto a dimostrare.

Co-

Corollario.

Quindi si può fare un prisma parabolico, il tempo di cui sta al tempo del parallelepipedo circoscritto, quanto al votarsi, in qualunque ragione di minore inegualità. Si voglia per esempio, che il tempo, in cui si esaurisce quello, al tempo, in cui si esaurirebbe questo, stia come 1. a 25. sarà dunque 25. eguale a 2. m + 1. e però 12 eguale a m; sicchè si scelga tale parabola, o trilineo parabolico A C I H, che l'ordinata A H all' ordinata B i stia, come la duodecima potestà di A C ad una simile potestà di B C, ed il prisma A H i C E n G O soddisfarà al quesito, essendo però la sua capacità una decimaterza parte del parallelepipedo circoscritto.

PROPOSIZIONE XXVIII.

Se il solido rotondo G N C I O è fatto dalla parabola G N C A, in cui le ordinate G A, N B sieno in ragione tanto moltiplicata, o summoltiplicata di quella dell' altezze A C, B C; quanto il numero m *è moltiplice, o summoltiplice dell' unità; sarà il tempo, in cui detto solido può votarsi, a quello in cui si esaurirebbe il cilindro circoscritto G M Q O, come l' unità al quadruplo del numero* m *congiunto coll' unità, cioè, come* 1. *a* 4. m + 1.

Perchè posta l' area A K t C per la scala de' tempi elementari della proposta conoide, sarà A K a B t in ragione composta del cerchio G O al cerchio N I, cioè della duplicata di A O a B I, che sarebbe moltiplicata di quella dell' altezze A C, B C secondo il doppio del numero m, e della sudduplicata reciproca delle altezze B C, A C, onde A K a B t, è come la potestà dell' altezza A C denominata dal duplo del numero m, detrattone il mezzo dell' unità, ad una simile potestà dell' altezza B C; però l' area A K t C sarà al rettangolo circoscritto A K P C, come l' unità al duplo numero m, congiuntovi un mezzo: ma il rettangolo suddetto è allo spazio dell' iperbola quadratica A K T Z C in ragione sudupla; cioè, come il duplo numero m, con la giunta d' un mezzo, al quadruplo del numero m, congiuntavi l' unità; dunque per l' egual proporzione, l' area A K t C, che è la scala de' tempi del conoide, stà all' area A K T Z C, che è la scala de' tempi del cilindro circoscritto, come 1. a 4. m + 1. Il che ec.

Corollario I.

Si può quindi cavare il metodo di fare un conoide parabolico, il quale si voti in tempo, che stia al tempo, in cui si vota il cilindro circoscritto, in una data ragione. Per esempio, sia la ragione di 1. a 25; dunque sarà 25. eguale a 4. *m* + 1., e però *m* eguale a 6.; sicchè fatta la parabola, le cui ordinate siano, come le seste potestà dell'altezze, questa generando un conoide suddisfarà al problema.

Corollario II.

Si avverta che queste due ultime proposizioni comprendono generalmente le proposizioni 24. 25. 26., e loro corollarj.

SCOLIO.

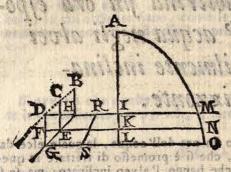
Non occorre più oltre dilungarsi in questa materia, sì perchè il medesimo metodo potrà agevolmente da' Lettori applicarsi ad altre figure; e sì perchè negli opuscoli postumi del Signor Dottore Vittorio Francesco Stancari si può vedere dimostrato analiticamente nel Trattato 3. quanto può desiderarsi in questo argomento; da cui ancora è insegnata la proporzione del tempo, in cui si esaurisce un vaso posto per un verso, a quello che si richiede ad esaurire il medesimo, essendo posto in un altro sito: come che il tempo, in cui si vota un vaso conico, o piramidale posto colla punta allo ingiù, a quello, in cui si voterebbe posto all'ingiù colla base, sta come 3. ad 8.; che un vaso emisferico, posto colla cima in giù, si vota in un tempo, il quale al tempo in cui si voterebbe essendo posto colla cima in su, sta come 7. a 12., e così d'altri simili.

CAPITOLO V.

Applicazione della dottrina fin ora esposta, al corso dell' acqua negli alvei de' fiumi notabilmente inclinati all' orizzonte.

POtrà parere, che tutto il detto fin ora dell' acqua, la quale esce da' vasi, corrisponda poco a ciò, che si è promesso di trattare in questo secondo Libro de' fiumi, che hanno l' alveo inclinato; ma se si farà riflessione, che i canali, per cui si tramanda l' acqua derivata dalle vasche, sono similissimi a' fiumi suddetti, non sembrerà essere stata inutile la nostra digressione, nè del tutto disadatta al proposito, di cui trattiamo. Imperocchè non vi ha fiume, che non iscenda, o da un lago, o da una fonte, o da qualche chiusa, o sostegno, e allora l' acqua raccolta nel ricettacolo della fonte, del lago, o dell' alveo superiore alla chiusa, è come se fusse raccolta in un vaso; e l' acqua, che scorre nell' alveo susseguente, per l' emissario del lago, pel labbro della fonte, o per la cresta della chiusa scendendo, corrisponde a quella, che per le docce applicate a qualche vaso, si va derivando da un luogo ad un altro, e però tutto quello, che fin ora si è detto di questi canali, può benissimo applicarsi a' fiumi; de' quali per tanto potrà asserirsi, in vigore delle cose dimostrate di sopra, e che le velocità loro siano in sudduplicata ragione dell' altezze, da cui sono discesi; e che si può determinare assolutamente (e non solo supporla *ex hypotesi*, come si è fatto nel primo libro) la velocità media, e ragguagliata di qualunque sezione, data la discesa di esso fiume dalla sua origine, e che può descriversi la figura della loro superficie, la quale per lo più è diversa, secondo la diversità della figura del fondo, sopra di cui varj fiumi, e diverse parti del medesimo si veggono scorrere; e che in diversi tempi si riducono dalla ripienezza all' estrema loro magrezza, scaricando l' acqua ricevuta da' loro emissarj, secondo la diversa figura, e capacità de' medesimi; e così vadasi discorrendo dell' altre particolarità, delle quali si è trattato di sopra, come in piccolo, nell' applicarle a' vasi, ed a' canali, che ne derivano l' acqua, ed egualmente possono adattarsi in grande alla materia del corso de' fiumi; la quale applicazione lascerò che più minutamente si faccia da' miei leggitori, bastando che io ne dia l' esempio solamente in una, o due cose, proseguendo poscia a discorrere di varie altre circostanze degli alvei de' fiumi inclinati all' orizzonte, degnissime da sapersi, per poterci regolare, nel maneggio dell' acque correnti, colle dovute cautele.

PROPOSIZIONE XXIX.

Dato l' alveo del fiume H G, l' origine di cui venga dall' altezza A, determinare la sua velocità in qualsivoglia sezione D G, ed in ogni punto di essa.

Dagli estremi G, D della data sezione D G, e da qualsivoglia suo punto di mezzo F si tirino le orizzontali G O, D M, F N, segate in L, I, K dalla perpendicolare A L tiratavi sopra dall' origine del fiume A; ed essendo descritta, colla cima A, sopra l' asse A L una parabola A M O, rimangano dal contorno di essa intercette le porzioni delle dette orizzontali L O, I M; K N, queste saranno le velocità competenti al fiume ne' punti respettivi G, D, F. Imperocchè le suddette velocità sono in suddupplicata ragione delle altezze, da cui l' acqua è discesa, secondo le dottrine sopra poste; onde essendo caduta l' acqua dall' origine A (dove sia la fonte, o l' emissario del lago, ovvero la cresta di qualche sostegno, sopra di cui l' acqua si sparga orizzontalmente) è chiaro, che la velocità in G alla velocità in F sarà come O L ad N K; e questa alla velocità in D, come N K ad M I, essendo l' ordinate della parabola O L, N K, M I in suddupplicata ragione delle corrispondenti altezze A L, A K, A I. Il che ec.

Corollario I.

Quindi è chiaro, essere il tronco parabolico M I L O la scala delle velocità della sezione D G.

Corollario II.

E la velocità media di essa sezione ritrovarsi in tale punto F, a cui corrisponde l' ordinata K N media aritmetica del suddetto trapezio parabolico I M O L, da trovarsi, come si è insegnato nella prop. 4.

Corollario III.

Se il fondo dell' alveo, in vece di essere H G, fusse stato R S, si sarebbe trovata per lo punto S la medesima velocità L O, che per lo punto G: e per lo punto R la stessa velocità I M, che per lo punto D; onde si vede, che le velocità dell' acqua corrente per se stesse non dipendono dalla pendenza dell' alveo, ma bensì dalla caduta dalla sua origine A, la quale essendo la stessa, ne risulta nell' acqua ancora la medesima velocità. Solamente la pendenza maggiore dell' alveo fa, che più presto si scarichi,

e smal-

esmaltisca la quantità dell' acqua, che in esso si contiene per essere più breve tratto di viaggio la R S, che la H G compresa tra le medesime orizzontali M D, O G, nelle quali si esercita la medesima scala di velocità M I L O, onde accade, che in più breve tempo si scorre dall' acqua il tratto R S, che il più lungo H G.

Corollario IV.

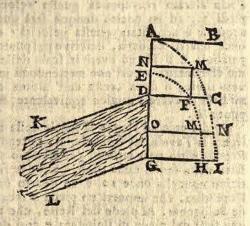
Le sezioni del medesimo alveo di fiume G D, E C (e conseguentemente ancora le altezze dell' acqua in pari larghezza d' alveo) sono reciprocamente in sudduplicata ragione dell' altezze K A, A L dall' origine A del fiume: o pure sono reciprocamente come le ordinate della parabola K N, L O; imperocchè sono reciproche delle loro velocità.

SCOLIO.

Per lo più non rimangono libere, e vive le velocità corrispondenti alla caduta dell' acqua dall' origine del fiume, per essere raffrenate da tante resistenze incontrate pel viaggio. Ma defalcandone quello, che gl' intoppi precedenti possono avere levato alla primitiva velocità dell' acqua, si può far conto, ch' ella sia caduta da un' altezza tanto minore, che abbia potuto conferirle quel solo grado di velocità, che le rimane, come nella seguente.

PROPOSIZIONE XXX.

Determinare l' altezza, donde cadendo l' acqua si sarebbe acquistata quella velocità, di cui attualmente si trova affetta, non ostanti gl' impedimenti incontrati pel viaggio.

Sia A G l' altezza, da cui realmente è caduta l' acqua D K nell' alveo del fiume D K L G; descritta adunque la parabola A C I G sopra l' altezza A G come asse, dovrebbero le parti dell' acqua nel punto D per esempio, avere tutta la velocità D C; ma per le resistenze incontrate si supponga perduta la parte della velocità C F, sicchè rimanga viva al punto D nell' acqua la sola velocità D F, condotta F M parallela all' asse, ed ordinata M N; la quale sarà eguale ad F D. Sarà dunque la velocità dell' acqua in D, quale le competerebbe, se fusse caduta dall' altezza A N; per la qual cosa, posta D E eguale ad A N, e per la cima E, e per lo punto F descritta di nuovo la stessa parabola E F H, si misureranno in questa le velocità D F, G H competenti

all'acqua, come se l'origine sua fusse in E, non in A: imperocchè in D l'acqua ha un grado di velocità D F eguale al grado M N, che corrisponde all'altezza A N; ovvero E D; e similmente in G ha un grado di velocità G H, che corrisponde all'altezza E G, ed in O la velocità O M corrispondente all'altezza E O; e la scala delle velocità, che senza le resistenze sarebbe stata il parabolico trapezio D C I G, sarà oramai il solo trapezio D F H G per essersi defalcate le porzioni di velocità espresse nel quadrilineo C F H I, che restano assorbite dalle resistenze incontrate pel viaggio, le quali tolgono all'acqua il vantaggio di tutta la caduta A E, di cui vengono scorciate le altezze A D, A G, A O, mentre ridotte sono alle sole E D, E G, E O rispettivamente.

Corollario.

Le velocità in varie parti dell'acqua saranno dunque in sudduplicata ragione delle altezze, non già dell'acqua medesima [altrimenti la sua superficie non avrebbe moto alcuno, per non avere altezza d'acqua sopra di se; il che apparisce contrario al senso] nè meno dell'origine reale A, se non si prescinde dalle resistenze, dalle quali la velocità viene raffrenata; ma bensì dal punto E, che può dirsi l'origine sua equivalente.

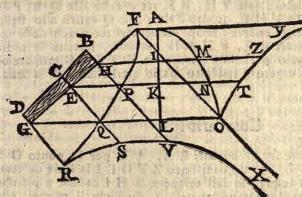
SCOLIO.

Questa equivalente origine può determinarsi in pratica col metodo insegnato nella prop. 40 del primo libro, o nelle susseguenti, indagando la velocità, che di fatto conviene alla superficie d'un fiume, o ad altra parte più profonda dell'acqua, e paragonandola alla Tavola del Guglielmini, per riconoscere a quale altezza corrisponda. Per esempio, si trovi che l'acqua in superficie corra piedi di Bologna 76. in 12. minuti secondi: che sarebbero 380. in un minuto primo. Cerco nella Tavola del Guglielmini a quale altezza corrisponda questa velocità; e trovo che corrisponde a piedi 3., ed un oncia; dunque sarà questa l'altezza, da cui cadendo l'acqua si è acquistata questa velocità; onde presa D E eguale a piedi 3. once una di Bologna, descrivo pel punto E, come cima dell'asse E D, la parabola E F H, ed averò la scala delle velocità del fiume D G L K da me esaminato; e così non mettendomi in pensiero di avere l'altezza della vera fonte, o della cresta dell'ultima chiusa, da cui l'acqua è caduta, mi basterà avere l'origine equivalente, somministratami dalla sperienza nel punto E.

Nè dia noia ad alcuno la specie della misura de' piedi Bolognesi, a cui è legata la Tavola del Guglielmini, potendosi facilmente ragguagliare a qualsivoglia altra nota misura, per esempio al piede regio di Parigi, come si è fatto nello scolio della prop. 10. dove fu detto, che il piede suddetto Parigino uguaglia once 10. e un quarto del piede di Bologna. Al braccio Fiorentino, che importa un piede e mezzo, e un quarto d'onca del piede Bolognese. Al piede del Reno, che trovasi eguale ad once 9., e cinque sesti del piede di Bologna; e così degli altri. Onde se, a cagione di esempio, che si troverà, l'acqua d'un fiume in 12. minuti secondi passi 36. braccia Fiorentine, essendo queste eguali a piedi di Bologna 54, e once 9., si troverà, che in un minuto primo passerebbe piedi Bolognesi 273, once 9.

ce 9, a' quali nella ſuddetta Tavola corriſponde un altezza un poco maggiore di un piede, e 7. oncc: che ſarà circa un braccio, e un ſoldo Fiorentino.

PROPOSIZIONE XXXI.

Dato un tratto di un fiume, o canale H B D G, ritrovare la ſcala delle ſue velocità.

Sia l'origine, o equivalente del fiume il punto A, e tirate le orizzontali H M, G O, tagliate dalla perpendicolare A L ne' punti L, I, ſi deſcriva per la cima A ſopra l'aſſe A L la parabola A M O, è manifeſto, che le velocità convenienti all' acqua ne' punti H, E, G ſarebbero le ordinate I M, K N, L O; di maniera che, ſe l'acqua ſcorreſſe per la perpendicolare I L, ſarebbe il trapezio parabolico I M O L la ſcala delle ſue velocità; ma andando per l' inclinata H G, bi ognerà applicare le medeſime ordinate perpendicolarmente alla ſteſſa H G ne' punti H, E, G, come ſarebbero le H P, E Q, G R eguali riſpettivamente alle medeſime I M, K N, O L, e così dell'altre intermedie; ed allora il quadrilineo H P R G ſarà la vera ſcala di velocità dell'acqua, che ſcorre per la linea H E G (intendendo ſempre delle medie velocità, che ſono in qualunque ſezione H B, E C, G D, applicate alla detta linea H E G, che può intenderſi paſſare per lo centro di velocità di ciaſcuna ſezione) dunque ſteſa la linea G H fino all'orizzontale A F, che paſſa per la reale, o equivalente origine del fiume A, e deſcrivendo all' aſſe F G una parabola F P R, il cui lato retto ſtia al lato retto dell'altra A M O, come reciprocamente ſta il perpendicolo I L all' inclinato piano H G; o come A I ad F H; ſarà queſta che paſſerà per li punti P, Q, R come ſopra determinati, perchè eſſendo come A I ad F H, ovvero A K ad F E, o pure A L ad F G, così il lato retto della parabola F P R al lato retto dell'altra A M O, ſarà il rettangolo di A I nel lato retto della parabola A M O, eguale al rettangolo di F H nel lato retto della parabola F P R, e conſeguentemente il quadrato I M eguale al quadrato P H. Similmente ſi dimoſtrerà, eſſere il quadrato K N eguale al quadrato E Q, ed il quadrato L O eguale al quadraro G R, per eſſere i rettangoli di A K nel ſuo lato retto, e di A L nel medeſimo, eguali riſpettivamente a' rettangoli di F E nel lato retto dell' altra parabola, e di F G nello ſteſſo; pertanto il trapezio parabolico H P R G è la ſcala delle velocità del corſo dell' acqua per lo tratto H G del canale H B D G; il che ec.

PROPOSIZIONE XXXII.

Poste le stesse cose, trovare la scala de' tempi elementari del corso dell' acqua per lo medesimo tratto di fiume H G.

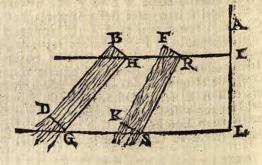
Tirata F X perpendicolare ad F G, si faccia per lo punto R, fra gli asintoti G F, F X una iperbole quadratica, sicchè sia il quadrato R G al quadrato E S, come E F ad F G, cioè come il quadrato Q E al quadrato G R; è manifesto, essere le ordinate V H, E S, reciproche alle Q E, P H essendo tanto il rettangolo V H P, quanto l'altro S E Q eguali allo stesso quadrato R G, onde essendo ancora i tempi elementari reciprochi delle velocità, espresse dall' ordinate Q E, P H della parabola, saranno le ordinate V H, E S dello spazio iperbolico quadratico H V S R G proporzionali a' tempi elementari; e però il suddetto spazio iperbolico sarà la scala, che richiedevasi.

Corollario.

Se si descrive similmente fra gli asintoti L A, A Y per lo punto O l' iperbole quadratica O T Z, sarà il quadrilineo Z T O L I la scala de' tempi elementari della stessa acqua, se dall' orizzontale H I cadesse a piombo per la direzione I L sopra il piano orizzontale L G; onde il tempo, che spende l'acqua a muoversi pel canale inclinato H G, al tempo che ci averebbe impiegato, cadendo perpendicolarmente da un piano orizzontale all' altro, sarà come lo spazio V H G R allo spazio Z I L O cioè come H G I L, perchè tutte le ordinate dell' uno, e dell' altro essendo eguali, e similmente applicate a gli assi diversi H G, I L, ed alle parti loro proporzionali H E, I K; E G, K L, sono gli spazj parabolici suddetti, come gli assi medesimi H G, I L, come dimostrai nella prop. 1. della mia appendice delle volte coniche a' Problemi Vivianei.

PROPOSIZIONE XXXIII.

Il tempo, che mette l' acqua a scorrere il canale H G, a quello che mette nello scorrere un altro canale R S inclinato fra le medesime orizzontali, e dipendente dalla medesima origine A, sta come la lunghezza H G alla lunghezza R S:

Il tempo, che mette l' acqua a scorrere il canale H G a quello, in cui scorrerebbe il perpendicolo I L interposto fra gli stessi piani orizzontali I H, L G, per lo corollario della precedente, sta come H G ad I L, similmente il tempo, in cui si scorrerebbe il perpendicolo I L, sta a quello in cui si scorrerebbe il canale R S, come I L ad R S; dunque per l' egualità ordinata, il tempo,

in cui

in cui si scorre il canale H G, a quello in cui si scorre dall' acqua stessa, dipendente dalla medesima origine A, il canale R S egualmente alto fra gli stessi piani orizzontali, è come H G ad R S; il che ec.

Corollario.

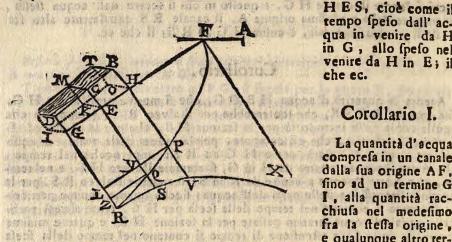
Ancora la quantità d'acqua H B D G, che si muove per l'alveo H G, alla quantità R F S K, che scorrerebbe per l' alveo R S, (supposto che uguale copia fusse introdotta per la sezione H B, che per la R F, ed affetta della velocità, che gli compete, per la caduta dalla reale, o equivalente origine A) starà come H G ad R S; imperocchè nel tempo, che mette l'acqua a venire da H in G, si riempie l'alveo H G, e nel tempo, che mette l'acqua a venire da R in S, si riempie l'alveo R S, per la continua successione delle parti dell'acqua; sicchè quante minime particelle di tempo si contano nel tempo della scesa per H G, tante altresì particelle eguali d'acqua saranno passate per la sezione H B, e quante minime particelle della stessa estensione di tempo si contano nel tempo della scesa per R S, tante particelle d'acqua tra di loro eguali, ed eguali altresì alle introdotte per l'altro canale, saranno passate per la sezione R F; dunque la quantità dell'acqua contenuta in H G, e corrente per esso canale (quanta cioè rimarrebbe intercetta da due cateratte che nello stesso istante scendessero in H, e in G a chiudere il canale) alla quantità d'acqua similmente contenuta nell'alveo R S, sta come il tempo speso dall'acqua a venire da H in G, a quello che spenderebbe a venire da R in S, cioè, come la lunghezza H G alla lunghezza R S.

SCOLIO.

Questo corollario si fonda su questo principio, che le quantità d'acqua sieno come i tempi: il quale se da alcuno forte parrà troppo debolmente provato, resterà con maggiore rigore stabilito nella seguente proposizione che dimostrerà lo stesso ancora in varie parti del medesimo canale.

PROPOSIZIONE XXXIV.

L'acqua contenuta nell'alveo O H B G N, all'acqua contenuta in qualunque sua parte O H B E M, sta come il tempo impiegato dall'acqua a venire da H in G, al tempo speso nel venire da H in E.

Sia P H G R la scala delle velocità, e sia H V R G la scala de' tempi elementari, che le è reciproca: già la sezione O T B H alla sezione M C E K è reciprocamente, come E Q a P H, che sono le loro medie velocità; ma ancora i tempi elementari H V, E S sono reciprochi alle medesime velocità E Q, P H; dunque la sezione O T B H alla sezione M C E K sta come il tempo elementare H V al tempo elementare E S; e così sempre; dunque tutte le sezioni, che compongono il corpo d'acqua O H B G N, a tutte le sezioni componenti il corpo d'acqua O H B E M, stanno come tutte l'ordinate dell'area H G R V, a tutte l'ordinate dell' area H E S V; e però la quantità d'acqua, che riempie il canale H G, a quella che riempie il canale H E, sta come la figura V H G R alla figura V H E S.

H E S, cioè come il tempo speso dall' acqua in venire da H in G, allo speso nel venire da H in E; il che ec.

Corollario I.

La quantità d'acqua compresa in un canale dalla sua origine A F, sino ad un termine G I, alla quantità racchiusa nel medesimo fra la stessa origine, e qualunque altro termine E K, è in sudduplicata ragione dell' altezze G F, F E, o pure come le ordinate della parabola G R, E Q, cioè come le velocità acquistate ne' medesimi termini G I, E K, le quali si esprimono dalle medesime ordinate; imperocchè la prima quantità alla seconda è come il tempo impiegato da F in G, al tempo impiegato da F in E; e questi tempi sono come le velocità, cioè in sudduplicata ragione dell' altezze, da cui l' acqua è caduta; o pure dicasi così: il tempo per F G al tempo per F E, e come l' area F G R V X, all' area F E S V X, che sono le scale de' tempi; ma la prima area è dupla del rettangolo F G R, la seconda dupla del rettangolo F E S, e però sono come detti rettangoli, cioè in ragione composta di F G ad F E, e di R G ad S E, la prima delle quali ragioni è quella del quadrato G R al quadrato E Q, la seconda è la medesima che di Q E ad R G, o del quadrato E Q al rettangolo di E Q in R G; dunque la scala de' tempi F G R V X alla scala F E S V X, sta come il quadrato G R al rettangolo di Q E in R G, cioè come G R ad E Q, che sono le ordinate della parabola, e però in sudduplicata ragione delle lunghezze G F, E F, dalle quali l' acqua è caduta.

Corollario II.

Ma il tempo per tutto il tratto H G [dopo la caduta F H] al tempo per la porzione sua H E [condotta P L parallela all' asse della parabola] sarà come L R a Q Y; di maniera che il trilineo parabolico R P L può servire di scala de' tempi totali per li tratti d' alveo, che sono dal punto H in giù; perchè essendo il tempo per F G, come G R, ed il tempo per F E, come Q E, ed il tempo per F H, come H P; è chiaro, che il tempo residuo per H G sarà L R, e per H E sarà Q Y, e per E G sarà R Z ec.

Co-

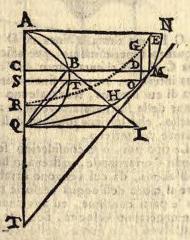
Corollario III.

Le quantità d'acqua racchiuse ne' tratti H B E K M, H B D G N, essendo come i tempi, saranno altresì come le suddette L R, Y Q.

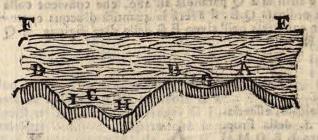
Corollario IV.

Onde per distinguere in un tratto di canale H G le parti, che contengono acqua in una data proporzione, dividasi L R in Z, sicchè L Z a Z R sia nella data ragione, e tirisi la Z Q parallela all'asse, che conviene colla parabola in Q, che poi ordinata Q E, si averà la quantità d'acqua contenuta nell'alveo H E alla compresa nell'alveo E G nella data ragione di Q Y, ovvero L Z alla Z R.

Corollario V.

Se il fondo fusse cicloidale, essendosi provato nel Coroll. 1. della Prop. 19. che il corpo d'acqua E R Q M al corpo d'acqua G R Q O sta come la lunghezza di essa cicloide M Q alla lunghezza O Q: sarà ancora il tempo per M Q al tempo per O Q, nella stessa ragione delle dette lunghezze, ovvero in sudduplicata ragione dell'altezze C Q, S Q, giacchè le porzioni M Q, O Q della cicloide sono duple rispettivamente delle corde corrispondenti Q B, Q T, i quadrati di cui sono, come i seni versi Q C, Q S.

SCOLIO.

Nel trattare queste materie fisiche, i Mattematici poco ci ritrovano il loro conto, per le infinite circostanze, che variamente accompagnandole, mirabilmente ne alterano gli effetti, e fanno riuscire vano ogni tentativo di ridurli ad una perfetta regola. Tuttavolta si è cercato di superare ogni difficoltà, calcolando ancora le resistenze diverse, che s' incontrano ne' moti naturali, e valutandole per quello, che giudiciosamente può supporsi che operino. Ne abbiamo dato ancora noi di sopra qualche saggio, ma assai leggiermente, per non impegnarci tanto oltre i confini della Geometria, che potesse dubitarsi di perder ogni barlume di evidenza, col penetrare negli abissi più profondi della fisica, e ne' più secreti nascondigli della natura. Desidererà forse alcuno, che almeno nel trattare il moto dell' acque si avesse riguardo alla resistenza, che incontrano strisciando sopra il fondo aspro, e disuguale degli alvei, ed urtando contro le ripe, o dirupa-

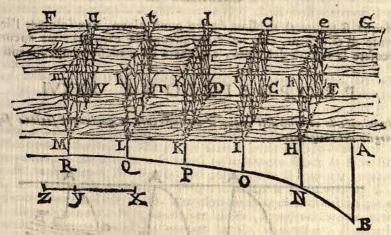
rupate, o interrotte da varj impedimenti. Il Signor Ermanno nella sua Foronomia lib. 2 prop. . supponendo le dette resistenze del fondo, e delle ripe essere proporzionali alle velocità, trova che la scala delle velocità rimane ancora una parabola, ma riferita ad un altr' asse da quello, che mostrano le sue applicate. Io per dir vero, non mi so persuadere, che debba farsi così gran caso di queste resistenze, in quanto riguardano la pura asprezza, e disuguaglianza sì del fondo, come di esse ripe; ma solamente in quanto presentino al corso dell' acqua dell' erbe, e virgulti, e canne, e simiglianti materie, che quanto più sono facilmente cedenti, tanto maggiormente snervano l' impeto dell' acqua, ed ismorzandolo, la fanno illanguidire nel suo movimento, comunicandone una gran parte a queste materie straniere.

Sia per esempio il fondo di un alveo A B C D; l' acqua urtando nelle prominenze A, C, D, certamente si ritarda, anzi del tutto si ristagna, rimanendo come acqua morta ne' gorghi, o cavità interposte, C I D, B H C, A G B; ma tirata la linea A D sopra le più alte prominenze, o ancora alquanto superiormente, per assicurarsi, che l' acqua superiore a detta linea C D non risenta punto dell' impedimento recato da questi dossi all' acqua inferiore, averemo finalmente un piano A D perfettamente liscio, sopra di cui l' acqua, senza alcuno intoppo scorrerà libera, e senza diminuzione della sua naturale velocità: non potendo avere letto più piano di quello, che le viene spianato dall' acqua inferiore stagnante fra le disuguaglianze del terreno.

Le ripe poi, o si considerino secondo la posizione loro verticale, o secondo l' orizzontale, raffrenano bensì la velocità di quelle prossime parti dell' acqua, da cui vengono urtate, ma non credo che giungano a rallentare il moto dell' acqua verso le parti di mezzo dell' alveo; anzi riflettendo le parti contigue, ed avviandole verso il filone del fiume, talvolta le aggiungeranno velocità, non che possano diminuirla; bensì nello slargarsi dell' alveo d' un fiume, collo scostarsi le ripe, e lasciar divertire le acque in maggiore ampiezza, sono cagione, che le parti di mezzo si deviino dalla loro direzione, e si snervi in esse la velocità, che si diminuisce a misura, che cresce la sezione; laddove se mantenute si fussero le ripe più vicine, si sarebbe ancora più conservato lo spirito dell' acqua nel vigore della sua naturale velocità.

Due cagioni al mio credere più potenti a ritardare il corso dell' acqua sono, primo l' impedimento sopraccennato di cannucce, paglie, sterpi, e virgulti che talora ingombrano il canale a qualche notabile altezza; secondo il regurgito del recipiente per l' influente, o dell' influente nel recipiente, secondo che l' uno è pieno più dell' altro di acque, che naturalmente a maggiore altezza in quello, che in questo si dovrebbero disporre, onde per la legge della fluidità conviene, che si spargano per l' alveo delle più basse. Di queste due sorte d' impedimenti si possono dimostrare le seguenti proposizioni.

PRO-

PROPOSIZIONE XXXV.

Essendo l'alveo E H S F impedito equabilmente da varie fila di cannucce, o giunchi, ed alighe nate nel fondo, e ad altezza notabile cresciute, la velocità dell' acqua obbligata a passarvi frammezzo sarà ritardata secondo una progressiove geometrica, sicchè la scala, da cui viene rappresentata, sarà una logaritmica A B R S.

Si figuri essere A H S la direzione del filone del fiume, ed in esso si distinguano tante parti eguali A H, H I, I K, K L, L M ec. esprimenti l' intervallo, che vi è tra le fila di queste canne, che attraversano l' alveo, H E, I C, D K ec. se la retta A B rappresenterà la velocità, con cui l' acqua investe il primo filare E H, e supposto che la quantità della materia dell' acqua, che urta in un minimo tempo ne' suddetti virgulti H E, stia alla quantità della materia di essi, come X Y a Y Z, secondo le regole del concorso de' corpi non elastici (o posti in circostanze, in cui non possano la loro forza elastica esercitare) sarà, come la somma X Z d' ambidue alla X Y, che rappresenta il corpo che investe, così la velocità A B ad un'altra H N, questa sarà la velocità, con cui nel concorso si muovono ambidue i corpi; e però la stessa H N sarà la velocità competente all' acqua passato il primo filare H E, colla quale urtando nel secondo filare I C, di nuovo converrà fare, come X Z ad X Y, così H N ad un'altra I O; la quale sarà la velocità dell' acqua passato il secondo filare; e con questa investendo il terzo K D, converrà di nuovo fare, come X Z ad X Y, così I O a K P, che sarà la velocità dell' acqua dopo il terzo urto; e così sempre si troveranno le altre velocità L Q, M R ec. le quali rimangono vive nell' acqua dopo di avere superati gli ostacoli susseguenti de' filari L T, M V; le quali velocità A B, H N, I O, K P ec. formano una continua progressione geometrica in ragione di X Z ad X Y, ed essendo ordinate a distanze eguali dell' asse A H, H I, I K ec. saranno nella curva logaritmica B N P R; il che ec.

Co-

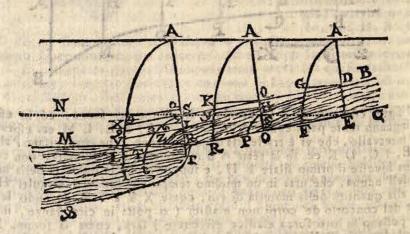
Corollario I.

La velocità dell'acqua a lungo andare si fa minore di qualunque data, ogni qual volta duri per lungo tratto l'impedimento di tali virgulti.

Corollario II.

L'acqua si manterrà altissima dentro quest' alveo, non solo per l'ingombramento di tali corpi, che ne diminuiscono la capacità; ma ancora per compensare la tardità del moto, cagionata da' medesimi impedimenti.

PROPOSIZIONE XXXVI.

Determinare la velocità dell' acqua d' un influente in qualunque seziona soggetta la regurgito del recipiente.

Suppongasi primieramente, essere il recipiente bassissimo, la cui sezione allo sbocco sia M K &, sicchè l' influente, il quale cammina sul fondo C K, ed ha la sua superficie dispoſta secondo la linea (retta, o curva) B D H I, vi trabocchi dentro colla cadente I Z In questo stato di cose è certo, che il recipiente non cagionerà regurgito alcuno nell' influente; e per le sue sezioni D E, H O, I K, averà questi le sue velocità libere, senza ritardo alcuno; e se nella superficie D H I ha le sue velocità, quali converrebbero ad un grave caduto dall' orizzontale A A (che prolungata concorrerebbe col fiume influente, nella sua origine reale, o equivalente) descritte le parabole A F E, A R O, A L R col medesimo lato retto, le porzioni di esse D G F E, H Y R O, I V L R, congruenti alle altezze delle dette sezioni D E, H O, I R, saranno le scale di velocità delle medesime sezioni, ed esprimeranno ancora la quantità d' acqua per ciascuna sezione in egual tempo scaricata, e però saranno eguali di area fra di loro.

Cre-

Cresca ora l'altezza della superficie dell'acqua nel recipiente, e giunga al livello N S, che prolungato concorre in E col fondo C K dell'influente, e sega in S, S le sezioni K I, H O; e si descrivano colle cime S, S, agli assi S K, S O le parabole K S T, O S P dello stesso lato retto dell'altre, è manifesto, che l'acqua M N S K del recipiente si spargerà sopra la superficie più bassa I Z dell'influente, e farà forza per intrudersi nell'alveo di esso, con tali gradi di velocità, che sono in sudduplicata ragione delle altezze, dalle quali è spinta l'acqua, e forzata ad insinuarsi nell'istesso alveo, che però le parabole K S T, ovvero O S P, saranno le scale esprimenti coll'ordinate loro gl'impeti, da cui l'acqua dell'influente è rispinta indietro, e quindi, se dalla scala I V L K sarà detratta I 3 T K, e dalla scala H Y R O si leverà la S P O, li rimanenti mistilinei 3 V L T, H Y R P S saranno la scala delle velocità, che rimangono vive rispettivamente nelle sezioni I R, H O in quel primo istante, avanti che lo stesso influente siasi alzato di pelo, come poi subito succede; perchè con tale impedimento non iscaricandosi più tant'acqua come prima, ma tanto minore, quanto i detti mistilinei 3 V L T, H Y R P S sono rispettivamente minori de' trapezii parabolici I V L R, H Y R O, non può la cadente del fiume mantenersi sulla stessa linea D H I, ma l'acqua ritardata si fermerà in parte, aspettando la susseguente, colla quale accumulandosi si alzerà di pelo, finattanto che per le sezioni possa passare altrettant'acqua, come prima, e che giunga a spianarsi nello sbocco sopra la superficie elevata del recipiente S N. Per la qual cosa, posto il trapezio parabolico H Q K Y eguale alla parabola S P O, essendo il mistilineo Q K R P S eguale al trapezio H Y R O, che esponeva la quantità dell'acqua tramandata dalla sezione H O, quando era libera, sgorgherà eguale quantità d'acqua dalla sezione medesima elevata in Q, non ostante l'impedimento del regurgito S P O; e però il punto Q, come sopra determinato, sarà nella nuova cadente del fiume B D Q S: e nello sbocco, tirando l'ordinata S X alla stessa altezza del livello S N del recipiente, se il mistilineo S 3 V X uguaglierà precisamente il trapezio parabolico I 3 T K, e però l'area S 3 T L X pareggerà il trapezio I V L K, si smaltirà per la foce S K altrettant'acqua dell'influente, come prima, e si sarà ridotta la superficie del medesimo in uno stato di equilibrio, da durare finattanto, che non si varia o la superficie del recipiente, o la quantità dell'acqua somministrata dall'influente.

Ma se il mistilineo S 3 V X sarà maggiore del trapezio I 3 T K, si tiri l'ordinata 7 9, segante la parabola S T K in 8, in maniera tale, che il mistilineo 8 9 V 3 uguagli il detto trapezio parabolico I 3 T K; ed allora la vera cadente del fiume passerà per lo punto 7, e scaricherà la quantità d'acqua 8 3 T L 9 eguale alla quantità di prima I V L K; ma l'acqua del recipiente sotto l'orizzonte N S prolungata alle parti dell'influente, scorrerà per l'alveo di questo, colle velocità espresse dalla residua parabola S 8 7, e parrà, che il fiume corra all'indietro, benchè sia solo l'acqua del recipiente, che si sparge orizzontalmente, scaricandosi di sotto nell'altezza 7 K l'acqua dell'influente in egual copia di prima.

Se poi il mistilineo S 3 V X sarà minore del trapezio I 3 T R, fatto l'altro mistilineo 2 S 3 V 4 eguale al detto trapezio, sicchè tutta la figura 2 S 3 T L 4 uguagli il trapezio I V L R, si eleverà l'acqua dell'influente sopra quella del recipiente fino al punto 2, per avere una sezione 2 K, che scarichi altrettant'acqua di prima, traboccando sopra di esso recipiente; se pure non iscavasse il fondo dello sbocco verso il punto K, ab-

abbaſſandolo in r, acquiſtando dalla banda di ſotto tale profondità R r, che il miſtilineo S $3\ t\ l$ X uguagli il primo trapezio I V L R, con che ſcaricherebbe la ſteſſa acqua, ſenza elevarſi ſopra il pelo del recipiente.

Corollario I.

L'effetto del regurgito non ſi riſente mai nell'alveo dell' influente oltre il concorſo E dell'orizzontale N S col fondo dell'alveo C R: perchè la ſezione D E non ha impedimento alcuno, che altresì la ſcala della ſua naturale velocità D G F E.

Corollario II.

Si ſtende bensì a tanto maggiore lontananza, quanto più alta è l' acqua del recipiente, perchè elevandoſi l'orizzontale N S, concorrerà col fondo C R oltre il punto E, e ſopra di eſſo.

Corollario III.

La cadente dell' influente ſi fa meno inclinata all' orizzonte nel tratto regurgitato, che nel tratto ſuperiore, o che non era avanti, che ſi elevaſſe la ſuperficie del recipiente; e quanto maggiore è l'alzamento di queſta, tanto meno pendente ſarà quella, cioè più ſi accoſterà all' orizzontale; anzi nel ſecondo caſo conſiderato nella dimoſtrazione della propoſizione, ſarà perfettamente parallela all'orizzonte, eſſendo una pura eſpanſione del recipiente per l'alveo dell' influente.

SCOLIO.

Si è ſuppoſto quì, che l'impreſſione dell'acqua del recipiente nell' affrontarſi con quella dell'influente ſi rappreſenti dalle ordinate della parabola S T K, corriſpondenti alle preſſioni cagionate dall' altezza dell' acqua, ſenza conſiderare la velocità, di cui può eſſere dotato eſſo recipiente [ſe è un fiume reale, e non uno ſtagno, o il mare medeſimo, di cui non vi ſarebbe alcuna difficoltà in conſiderarlo, come un vaſo pieno d'acqua ſtagnante] La ragione ſi è, perchè l' acqua del recipiente, quando pure corra con qualunque rapidità nell'alveo ſuo C D K I la ſua direzione è da A verſo B, non da G verſo E ſu per l'alveo dell' influente, che gli è almeno in gran parte contraria; onde ſolamente in virtù della ſua fluidità vi ſi inſinua, trovandoci l' adito aperto G E F H, obbligataci dalla preſſione del proprio peſo, con cui urterebbe la ſponda G H, ſe fuſſe chiuſa, e conti-

nuata colle ripe D G, H K; onde ſiccome non preme le ripe parallele al ſuo corſo, ſe non come fa l' acqua in un vaſo ſtagnante le ſponde di eſſo, cioè colla preſſione dipendente dalle altezze, ed in ragione ſudduplicata di eſſe; così aperta la ſponda G H, non con altra proporzione può premere l'acqua dell'influente, che vi ſi affaccia; e lo ſteſſo dicaſi dell'influente F E G H, ſe ingroſſando per le piene trovaſſe baſſo l'alveo G K I del recipiente: che in tale caſo ſi ſpargerebbe ſopra la ſuperficie di eſſo, avanzandoſi ancora verſo le parti ſuperiori da B verſo A, giacchè vi troverebbe il luogo aperto, e ſenza contraſto, ſpandendoſi come l'acqua di un vaſo, cui ſi rompa la ſponda, e traboccandovi con velocità proporzionali alle radici dell'altezza ſua, giacchè la velocità particolare, di cui è dotato, e che dipende da più alta origine, non è diretta verſo le parti ſuperiori, ma verſo le inferiori dell' alveo del recipiente. Onde, benchè faccia creſcere l'acqua nel tronco ſuperiore, non però oltre la ſuprema orizzontale della ſua ſezione allo sbocco, finiſce il detto alzamento dove concorre l'orizzontale ſuddetta colla cadente del fiume, in cui è entrato: tanto è lungi dal far creſcere ſempre più il detto recipiente nelle parti più lontane, e ſuperiori allo sbocco, come da un Autore, per altro celebre, e da me ſtimato, fu, non ha gran tempo, in alcune ſue operette replicatamente aſſerito.

PROPOSIZIONE XXXVII.

Comporre una Tavola, da me chiamata Parabolica, e ſpiegare l'uſo di eſſa, che può eſſere di grandiſſimo utile in queſte materie.

Si porterà queſta Tavola nel fine di queſto libro. Eſſa è diviſa in tre colonne di numeri. La prima è la ſerie naturale arimmetica ſteſa da 1. fino a 1800. e queſti rappreſentano tante particelle eguali, ſiano once, o dita, o ſoldi di qualſivoglia miſura. Se ſono once, o dita corriſponderanno a 150. piedi, in ciaſcuno de' quali ſaranno dodici di tali particelle: ſe ſi ſuppongono eſſere ſoldi; corriſponderanno ſolamente a 90 braccia, contenendoſene 20. in ciaſcun braccio; e così potrà riferirſi a qualunque miſura. Queſti numeri di particelle ſono l'altezze dell'origine reale, o equivalente, onde cade l'acqua, o pure l'altezza dell'acqua medeſima contenuta in un vaſo, ſecondo l'uſo, che vorrà farſi di eſſa Tavola. La ſeconda colonna contiene le radici eſatte, o proſſime de' numeri corriſpondenti della prima; ed eſpongono le velocità competenti all'acqua ſotto le altezze di eſſa prima ſerie. Le cifre, o i numeri, che in queſta ſeconda colonna ſono ſeparati da un punto, indicano parti centeſime: per eſempio al numero 8. della prima colonna corriſponde per ſua radice nella ſeconda 2. 83., che ſignifica 2. con 83. parti centeſime. Al numero 12. della prima colonna, ſta ſcritto di contro nella ſeconda 3. 46 che indica per radice quadra del 12. doverſi prendere 3. con 46 centeſime parti; e ſebbene 46 centeſimi poteano ridurſi a minori termini, cioè a 23 cinquanteſimi, o poteaſi prendere una frazione d'altro denominatore, che più proſſima al vero rendeſſe la detta radice (almeno in molti altri caſi ciò ſarebbe ſucceduto) tuttavolta non potendoſi tutti alla ſteſſa denominazione ridurre, ſi è ſtimato meglio, per l'uniformità, laſciare tutte l'eſpreſſioni ſotto la medeſima forma di parti centeſime, e dove la radice è riuſcita alquanto maggiore del vero, vi ſi è antepoſto il ſegno +; dove minore il ſegno contrario —, e ſignificano i già detti numeri particelle delle medeſime

sime specie, siano once, o soldi, o dita, come nella prima colonna. La terza colonna è fatta da' numeri, che risultano moltiplicando i numeri della prima con quelli della seconda; onde in questi ancora vi sono separate dal punto le parti centesime, e si debbono intendere eccedenti, o difettivi, secondo che al numero della seconda colonna suo corrispondente precede il segno +, ovvero —, come sopra.

E' chiaro, che se i numeri della prima colonna esprimono le altezze d'una parabola, i numeri della seconda saranno le sue ordinate, quando il lato retto è l'unità; o almeno saranno proporzionali alle ordinate, in ragione suddupl icata dell'unità al lato retto della proposta parabola; ed i numeri della terza colonna saranno i rettangoli circoscritti alla parabola, se ha per lato retto l'unità; o almeno saranno proporzionali, come sopra, a' detti rettangoli, in ragione sudduplicata dell'unità al lato retto della parabola; e sempre saranno proporzionali all'area medesima parabolica, per essere questa due terzi del rettangolo circoscritto.

Che se la parabola averà per lato retto due particelle, e un quarto di quelle della prima colonna, essendo tutte le sue ordinate all'ordinate in pari altezza di quella parabola, che ha per lato retto l'unità, in sudduplicata ragione di due, e un quarto, ad uno, cioè come uno è mezzo all'unità, o come il rettangolo circoscritto sta alla parabola medesima, è chiaro; che la parabola, il cui lato retto sia 2. con un quarto, sarà eguale al rettangolo, che circoscrive quella parabola, il cui lato retto è l'unità; ma tale rettangolo uguaglia il prodotto della base nell'altezza, cioè il numero corrispondente della terza colonna: dunque i numeri della terza colonna espongono le aree paraboliche, essendo ad esse eguali, quando il lato retto è 2. con un quarto, ed almeno alle medesime essendo proporzionali, quando il lato retto è di qualunque altra quantità.

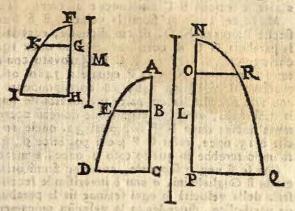
E però siccome i numeri della prima colonna espongono le altezze dell'acqua stagnante in un vaso, o le distanze di qualunque particella d'acqua corrente dal livello della sua origine, ed i numeri della seconda colonna rappresentano le velocità cagionate da tali altezze; così i numeri della terza colonna esprimono le quantità d'acqua, che in pari larghezza uscirebbero in un dato tempo per un lume, o sezione, la cui altezza fusse eguale a tutta la distanza fra il supremo livello dell'acqua stagnante, o fra l'origine del fiume ec. e la base di tale sezione, secondo il numero della prima colonna.

E le differenze de' numeri della stessa terza colonna, saranno le quantità d'acqua, che in pari larghezza in un dato tempo si scaricano da un lume, o sezione d'altezza eguale alla differenza de' numeri corrispondenti della prima colonna.

E sommando due, o più numeri della medesima colonna terza, si averà la somma delle quantità d'acqua portate in un dato tempo, ed in pari larghezza da più canali, le cui sezioni corrispondessero a' numeri della prima colonna, e l'aggregato di tali numeri, o il più prossimo ritrovandosi in qualche luogo della terza colonna, vi corrisponderà nella prima quel numero, che indicherà l'altezza capace di portare insieme que' canali uniti; come si intenderà meglio co' seguenti esempli.

Elem-

Esempio I.

Siano due fiumi da unir insieme. Il primo maggiore, la cui larghezza L sia di piedi 760. La velocità della superficie sia B E, corrispondente alla caduta A B di un piede (colla quale secondo la Tavola del Guglielmini farebbe l'acqua in un minuto primo 216 piedi, e cinque once, cioè piedi 3. e tre quinti in ogni minuto secondo, o pure miglia due, e tre quinti scarsi per ogni ora) l'altezza delle sue piene B C sia piedi 30. onde tutta la A C piedi 31. dunque tutta

la parabola A E D C secondo la terza colonna della nostra tavola parabolica, dirimpetto all'altezza di piedi 31. si troverà essere 7175. 88. da cui levando la parabola A E B, che nella medesima terza colonna, in corrispondenza di un piede si trova 41. 52., sarà il trapezio parabolico B E D C solo 7134. 36. e questo sarà la scala delle velocità della sezione B C, che moltiplicata per la larghezza L dà la quantità dell'acqua eguale a 5422113. 60.

Abbia il secondo fiume di larghezza M, cioè piedi 139: la velocità sua superficiale sia G K, dipendente dall'altezza F G di once 8. (colla quale, per la Tavola del Guglielmini passerebbe l'acqua in un minuto primo piedi 176. ed in un secondo poco meno di 3 piedi, e in un ora sarebbe miglia due, con 56. pertiche di più) Sia l'altezza delle sue piene G H di piedi undici, e conseguentemente tutta la F H sia di piedi undici, e once 8. cui corrisponde nella terza colonna della mia Tavola il valore della parabola F K I H, 1656. 20., e da questa levando la parabola F K G, che nella medesima terza colonna, in corrispondenza di once 8 si ritrova 22. 64., resta il trapezio G K I H, 1633. 56. e questa è la scala della velocità della sezione del secondo fiume G H, la quale moltiplicata per la larghezza M; darebbe tutta la quantità dell'acqua, che in un dato tempo sgorga da questo fiume nel suo alveo, eguale a 227064. 84, onde le due quantità d'acqua portate da ambi i fiumi saranno 5649178. 44. Suppongasi che passino unite, senza accrescere la velocità B E, cui pongasi eguale O R, e sia l'ignota O P l'altezza, sotto cui queste acque unite scorrono; sicchè posta ancora O N eguale a B A, e descrivendo per R su l'asse N P la parabola N R Q P, il tronco parabolico O R Q P sarà la scala della velocità de' fiumi uniti, che moltiplicata per L, uguaglierà la somma di quelle due quantità, cioè 5649178 44, e però dividendo questo numero per L, sarà il quoziente 7433. 13. eguale al suddetto trapezio parabolico O R Q P, ed aggiuntavi la parabola N R O, cioè 41. 52, si averà tutta la parabola N R Q P eguale a 7474. 65. Cerco questo numero nella terza colonna della mia Tavola, e non trovandolo precisamente, pi-

glio il più proffimo, che è 7464. 28., e veggo che corrifponde ad un altezza di piedi 31., once 10. ma effendo il mio numero alquanto maggiore, trovo per la parte proporzionale doverfi aggiungere un terzo d'oncia. Sarà dunque N P piedi 31 once 10 e un terzo, e l'altezza O P piedi 30. once dieci e un terzo: ficchè la unione del fecondo col primo fiume, fa alzare la fezione B C dieci once e un terzo. Il che doveafi determinare.

Ma fe nel corfo de' fiumi la velocità B E fi aumentaffe diventando O R, ficchè l'altezza N O, da cui dipende, ecceda A B di un oncia fola, farà la parabola N O R corrifpondente ad once 13. d'altezza di valore 46 93. che aggiunta al trapezio R O P Q trovato come fopra 7433. 13. fi averà tutta la parabola N R Q P eguale a 7480. 06. il quale numero effendo proffimo al medefimo 7464. 28. corrifpondente a piedi 31. once 10. ma con tale eccello, la cui parte proporzionale importa circa una metà della differenza, vengo in cognizione doverfi accrefcere l'altezza trovata di mezz'oncia: onde N P farà piedi 31. oncie 10. e mezza, e detratta N O, che è 13. once, refta O P piedi 30. once 9., e mezza: ficchè l'alzamento importerebbe in quefto cafo 9. once, e mezza.

Che fe fi voglia fupporre, come ne' fiumi orizzontali accade, per quanto crede il Guglielmini, e non è inverifimile fecondo le offervazioni, che la fcala della velocità in ogni fezione fia la parabola intiera, e non un tronco parabolico, dipendendo la velocità unicamente dalla preffione, come ne' vafi: onde la fuperficie abbia folo tanto movimento, quanto le viene comunicato dall'acqua inferiore, che la trafporta; farà allora più fpedito il calcolo, perchè effendo A C piedi 30. l'altezza delle piene del primo fiume, ed F H piedi undici altezza di quelle del fecondo, farà la parabola A E D C di valore 6829. 20. nella terza colonna della mia Tavola, che moltiplicata per la larghezza L piedi 760. darà la quantità dell'acqua 5190192. 00, e la parabola F I H farà 1516. 68., che moltiplicata per la fua larghezza M di piedi 139. da la quantità d'acqua di valore 210818. 52, onde la fomma d'ambidue le quantità è 5401010. 52. quefta divifa per la larghezza L ci darà (quando non fi accrefca velocità alla fuperficie) la parabola N Q P di valore 7106. 59. in circa, corrifpondente all'altezza di piedi 30 once 10., a cui nella mia Tavola corrifponde il numero 7118. 80. che è poco maggiore del fuddetto. Però l'alzamento farà di quafi 10 once: il che ec.

Che fe poi la velocità nell'unione de i due fiumi crefceffe, fi diminuirebbe l'altezza in ragione reciproca di effa velocità; di maniera che, fe la velocità fi augumentaffe di un centefimo, fi ridurrebbe l'altezza a poco più di 30. piedi e mezzo, ficchè l'alzamento farebbe circa fei once: fe crefceffe la velocità una vigefima quinta parte di quella di prima, farebbe l'altezza di piedi 29., e quafi once 8. di maniera che l'altezza, in vece di crefcere, farebbe fcemata per tale unione circa once 4. ficcome farebbe rimafa precifamente della medefima altezza di piedi 30., quando la velocità fuffe crefciuta d'una trigefima fefta parte: perchè, come 37. a 36., così appunto ftanno piedi trenta, e dieci once, a piedi trenta.

Efem-

Esempio II.

L'influente C B D R in un determinato punto del suo letto O ha l'altezza O H, avendo libero l'esito nel recipiente K M quando è basso, e la sua velocità superficiale in H è quale si converrebbe alla caduta A H di piedi 4 Alzandosi ora la superficie N S del recipiente, ne segue rigurgito per l'alveo dell'influente. Si desidera sapere, quanto per ciò sia per alzarsi la prima altezza O H, che era di piedi sette? Si supponga crescere fino in Q; e tirata la parabola A K R, colle sue ordinate H Y, Q K, sia la parte O S, tagliata dal prolungamento del livello del recipiente, eguale a piedi 3. sarà tutta la A O piedi undici; e per la mia tavola, sarà la parabola A O R 151668. l'altra A H Y, che è alta piedi 4., sarà 332. 64 onde il trapezio H Y R O, scala delle velocità, ed insieme imagine della quantità d'acqua, che passa in un dato tempo per la sezione H O, sarà 1184 04. Si faccia la parabola S P O di piedi 3 d'altezza: sarà questa 216. 00. Dunque per la prop. 36., il trapezio parabolico Q K Y H essendo eguale alla detta parabola S P O, sarà esso ancora 216 00.; che tolto dal valore sopra trovato della parabola A H Y, resta la parabola A Q K 116 64 Cerco questo numero nella terza colonna della tavola parabolica, e non trovandolo, piglio il prossimamente maggiore 117. 60, che corrisponde all'altezza di due piedi, onde vengo in cognizione, che il rigurgito nel sito O ha fatta alzare l'acqua quegli altri due piedi, che mancano alla caduta di prima, supposta di piedi 4.

SCOLIO.

Molti altri usi può avere la medesima tavola (oltre quello già obvio di trovare subito nella seconda colonna le radici prossime de' numeri della prima) i quali potrà da se stesso l'industria de' Leggitori andare rintracciando, applicandola a varj casi, in cui debba, o derivarsi un ramo da un fiume, o dilatarci, o ristringerci l'alveo, o calcolare la quantità d'acqua

portata ec. solamente non voglio tralasciare quì di avvertire, che la velocità superficiale supposta nel secondo esempio, come dipendente dalla caduta di piedi 4 ne' luoghi vicini allo sbocco d'un fiume, e però soggetti al regurgito, è forse troppo eccessiva; altrimenti, secondo la regola del Signor de la Hire, nelle memorie dell'Accademia regia del 22. Novembre 1702., l'acqua di detto fiume si vedrebbe camminare da piedi 15. di Parigi in un secondo minuto: ovvero, attesa la regola delle Tavole del Guglielmini, ne passerebbe almeno piedi 7, e mezzo di Bologna; quandò il suddetto Signor de la Hire attesta nel luogo accennato, non darsi caso, che un fiume ordinariamente cammini più di sei piedi regj in un minuto secondo. Tuttavolta, ritrovandosi fiumi, che per la rapidità della sua superficie non si possono navigare, e riuscendo in istato di piena grande quasi tutti impraticabili, e massimamente vicino agli sbocchi; ed avendo noi ancora osservato l'anno 1719 di Novembre nel Tesino poco sotto al Ponte di Pavia, in sito certamente rigurgitato dal Po, che era allora in una massima piena, muoversi esso Tesino con tale rapidità, che facea talvolta deviare il pendolo dal perpendicolo oltre a gradi 80. non posso rivocare in dubbio, che sia possibile l'addotta supposizione, e che possa ammettersi, come un esempio, che talora potrà succedere in pratica.

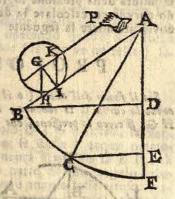
CA-

CAPITOLO VI.

Della impressione dell' acqua sul fondo de' canali, sopra di cui scorre, e contro le ripe da essa percosse, ed altri ostacoli opposti al suo corso.

PROPOSIZIONE XXXVIII.

LE forze, colle quali l' acqua ne' canali inclinati preme il fondo, sono come i seni della declinazione de i detti canali dal perpendicolo.

Sia il fondo del canale A B declinante dal perpendicolo per l' angolo B A F, e descrivasi col raggio A B l' arco B F, segato in C dal fondo di un altro canale A C: tirate le orizzontali B D, C E, dico che la forza, con cui l' acqua preme il suo fondo A B, a quella, con cui preme il fondo A C, sta come il seno B D al seno C E; imperocchè imaginandosi tutto il peso dell' acqua, che preme sul punto I, del fondo A B, raccolto nel globo G, il quale venga sostenuto da una forza P per la direzione G K parallela ad esso fondo, acciocchè non iscorra per esso, e tirata la G H perpendicolare all' orizzonte, secondo la direzione della gravità, congiungendo al contatto la G I, che gli è perpendicolare, si compisca il parallelogrammo G H I K. Saranno dunque tre forze in equilibrio, l' una è P, che sostiene il globo, e impedisce, che non iscorra pel piano, onde uguaglia la forza, con cui esso globo scenderebbe, se non fusse trattenuto: la seconda è la forza della gravità G H, la quale tira il globo abbasso; e da queste si compone la terza forza G I, con cui il medesimo globo si aggrava sul piano, la quale viene rintuzzata dalla resistenza del piano sostenente l' impeto del globo, col respignerlo per la direzione I G. Saranno dunque queste forze come i lati, ed il diametro del suddetto parallelogrammo; e però la forza intiera della gravità, per cui liberamente scenderebbe il globo, sta alla forza, con cui questo preme il piano inclinato A B, come G H a G I, ovvero per la similitudine de' triangoli, come il raggio A B al seno B D. Per la stessa ragione si mostrerebbe essere la forza, con cui è premuto il piano A C alla forza totale della gravità libera, come il seno E C al raggio A C, ovvero A B; dunque per l' ugual proporzione, la forza con

cui è premuto dall'acqua il piano A B, a quella, con cui premuto sarebbe il piano A C, sta come il seno B D al seno C E; il che ec.

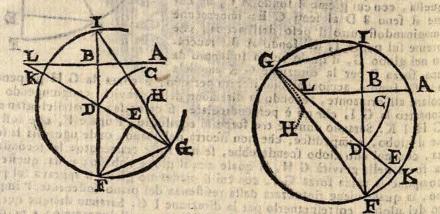
Corollario.

Lo stesso vale delle ripe fatte a scarpa, quando restano coperte dall'acqua, la quale similmente le preme in ragione de i seni, per cui la scarpa di esse ripe declina dal perpendicolo.

SCOLIO.

Si suppongono quì essi fondi, o pendenze delle ripe, essere superficie piane; perchè se fussero concave, o convesse, dovrebbe la misura della pressione aumentarsi, o diminuirsi, per cagione della forza centrifuga, la quale vi si mescolerebbe ad accrescere nel primo caso, ed a scemare nel secondo, l'impressione fatta dalla gravità dell'acqua; laddove se il fondo è piano, riesce infinitamente piccola la forza centrifuga, onde non altera la misura della pressione sopra dimostrata. Volendo però nei casi del fondo curvilineo calcolare la detta forza di pressione, o di aggravamento, si dovrà attendere la seguente

PROPOSIZIONE XXXIX.

Sia il fondo dell'alveo (o il pendio della ripa bagnata dall'acqua) disposto secondo la curva C D concava, o convessa, generata dallo svolgimento della curva H G. si cerca la pressione, che vi fa l'acqua in qualsivoglia punto D.

L'origine reale, o equivalente del fiume sia nell'orizzontale A B, e tirata la verticale D B, si prolunghi altrettanto verso I, sicchè sia D I dupla di B D. Prendasi ancora in essa verticale la D F per misura della forza assoluta, con cui l'acqua premerebbe con tutto il momento della sua gravità libera un fondo orizzontale: e tirata F E perpendicolare sopra D G raggio del cerchio combagiante essa curva C D in D, si congiungano I G, F G, e circoscrivasi al triangolo I G F il cerchio I G F K, concor-

corrente colla G D in K. Dico, che la somma delle due rette D K, D E, nel caso del fondo concavo, e la differenza delle medesime, quando il fondo è convesso, sarà la vera misura della forza, con cui l' acqua preme il soggetto fondo nel punto D.

Imperocchè, essendo i punti I, K, F, G nel cerchio, sarà il rettangolo I D F eguale al rettangolo G D K; e però G D a D I starà come D F a D K: ma D I è il duplo dell'altezza B D, onde cadendo l'acqua si è acquistata la velocità, con cui cammina in D, e D G è il raggio del cerchio combagiante, e la D F misura la gravità totale, con cui l' acqua si aggraverebbe sull' orizzonte, dunque la quarta proporzionale D K dopo le tre G D, D I, D F, in vigore della teoria della forza centrifuga, esprimerà la forza, con cui viene tirato il filo G D nel descriversi della curva C D: la quale azione è contro il fondo C D concavo, e tende a premerlo, ma al contrario allontana l'acqua dal fondo convesso, e lo solleva dalla pressione. Ma per la proposizione antecedente, essendo la medesima D F misura della forza totale della gravità, riesce la D E, seno dell' inclinazione, che ha il fondo nel punto D, colla verticale B D, misura della pressione, con cui l'acqua dee premere il fondo nel detto punto, come se fusse un piano inclinato; dunque nel caso della concavità del fondo, in cui si uniscono amendue queste forze a premere il punto D, sarà la somma delle due rette D K, D E la misura della sua intiera pressione; laddove nel caso del fondo convesso, operando queste due forze per direzioni contrarie, la misura della pressione (se pur ve ne resta) sarà l' eccesso della D E sopra la D K; il che ec.

Corollario I.

Nel caso del fondo concavo, quando l' angolo D I G è acuto, la forza centrifuga è maggiore di quella, con cui per se stessa l' acqua premerebbe sul punto D del fondo C D: perchè ancora l' angolo D K F sarà acuto, e la perpendicolare F E cadendo dalla parte di esso angolo, riuscirà K D maggiore di D E; ma quando il detto angolo fusse ottuso, caderebbe la detta perpendicolare dall'altra parte, e però la forza centrifuga espressa per la D K sarebbe minore della forza della pressione della gravità sul punto D, espressa per la D E; e se l'angolo D I G fusse retto, essendo allora ancora l' angolo D K F retto, il punto E caderebbe sul punto K. e sarebbero ambe le forze D K, D E tra di loro eguali.

Corollario II.

Nella cicloide, la cui base fusse nell' orizzontale A B, accaderebbe appunto quest' ultimo caso, perchè essendo ivi la G D dupla sempre della E D, siccome I D è dupla della D B, la I G sarà parallela all' orizzonte, e l' angolo G I D retto; onde un corpo che cada lungo la curva cicloidale, calcherà la medesima colla forza centrifuga eguale alla forza relativa, con cui la preme per se stessa la gravità; e però la pressione totale, dipendente da queste due cagioni sarà dupla di quella, che dipenderebbe dalla gravità sola: come osservò Monsù Parentio nelle memorie dell' Accademia Regia delle Scienze a 12. Marzo 1708.

Co-

Corollario III.

Potrà la totale pressione originata da amendue queste forze essere eguale, maggiore, o minore della pressione, con cui l'acqua quieta premerebbe un fondo orizzontale, secondo che il complesso delle due K D, D E sarà eguale, maggiore, o minore della D F esprimente la forza totale della gravità sola; e specialmente nella cicloide si può osservare, che cadendo un grave per essa, posta l'origine del moto nella base per fino, che non giugne a passare l'altezza corrispondente alla quarta parte del diametro del cerchio generatore, la somma delle dette pressioni sarà minore di quella, con cui calcherebbe colla sola sua gravità il piano orizzontale. Nel punto stesso dell'altezza eguale alla detta quarta parte del diametro, il complesso di quelle due pressioni uguaglierebbe appunto la pressione totale della gravità, ma d'indi in giù l'aggregato di quelle sempre sarebbe maggiore di questa; di maniera che per lo più si ricercherà maggiore resistenza in un canale concavo, per reggere alla pressione dell'acqua, che se fusse non solamente retto, ed inclinato all' orizzonte, ma ancora se dovesse sostenerla orizzontalmente; il che pare un paradosso, e pure è verissimo, essendo quasi sempre la somma delle due D K, D E maggiore della sola D F.

Corollario IV.

Ma nel caso del fondo convesso, quando la forza centrifuga D K uguaglierà la forza D E, con cui la gravità dell'acqua per se stessa premerebbe il piano in D, sarà nulla la differenza loro, e però l'acqua che vi caminerebbe sopra, non la premerebbe punto più di quello, che un arco già compiuto, ed assodato, aggravi la centina sopra cui è fatto, potendo stare senza il sostegno di essa; onde ancora abbassato, o levato il detto fondo, l'acqua seguiterebbe a descrivere la stessa curva per aria, come fa la vena d'una fonte co' suoi zampilli.

Corollario V.

Anzi può darsi caso, che detta forza centrifuga sia maggiore di quella, con cui la gravità premerebbe il piano; onde allora l'acqua nè meno seguiterebbe la curvatura del fondo, ma sollevandosi da esso, si piegherebbe in un arco superiore, in cui venisse equilibrata precisamente la forza centrifuga con quella della gravità suddetta; il quale arco si vedrà nella prop. seguente essere parabolico.

PROPOSIZIONE XL.

Quando l'acqua, o altra proietto, descrive una parabola A B, essendo spinto coll'impeto, o velocità competente all'altezza della caduta L A; in qualunque suo punto B sarà la forza centrifuga, derivata dalla descrizione di essa parabola, sempre equilibrata con quella forza, che la gravità impiegherebbe a premere la detta curva A B, come se fusse il fondo d'un canale, sopra di cui passasse, spin-

gen-

gendolo secondo la B F perpendicolare di essa curva nel medesimo punto B.

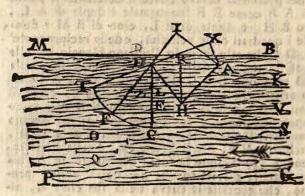
Sia la curva D C quella, dal cui svolgimento nascerebbe la parabola suddetta A B. E' manifesto, per la teoria delle Evolute (e da quanto ho detto nel problema 8. del mio Calcolo Integrale all' esempio primo) che la distanza dal vertice A D uguaglierà la metà del lato retto, onde sarà duplo della sublimità L A. Dunque girando l'acqua per la curva, nel punto A si trova a descrivere come la circonferenza d' un cerchio combagiante la parabola in A, il cui diametro sarebbe quadruplo dell'altezza L A, e perciò secondo Cristiano Ugenio alla prop. 5. del suo Trattato delle forze centrifughe, sarà lo sforzo, con cui tende ivi ad allontanarsi dal centro D, cioè la sua forza centrifuga, eguale all' intiera sua gravità, con cui premerebbe, posata in A, un piano orizzontale. Ed è la velocità in A alla velocità in B, in sudduplicata ragione dell' altezze A L, B M, onde il quadrato della velocità in A sta al quadrato della velocità in B, come A L a B M, o come A D dupla di A L, a B H, che è dupla di B M (perchè nel problema ottavo citato si determina il punto C, ponendo F G dupla di A E come E F sunnormale è dupla di A L, onde tutta la E G, ovvero B H, è dupla di E L, cioè di B M) dunque la ragione composta de i quadrati delle velocità, e della reciproca de' diametri, o raggi B C, A D [che tale secondo Cristiano Ugenio ivi alle Proposizioni 2. e 3. provasi la ragione della forza centrifuga in A alla forza centrifuga in B] sarà composta di B C alla A D, e della A D alla B H: cioè sarà la forza centrifuga in A, a quella che è in B, come il raggio B C alla B H, seno dell' angolo B C H, ovvero N B M, fatto dall'inclinazione della parabola nel punto B col perpendicolo: ma ancora la gravità totale, che premerebbe l'orizzonte, a quella parte di gravità, che premerebbe il piano inclinato N B; per la Prop. 38.. è nella stessa ragione del raggio B C al seno B H; dunque la forza centrifuga in A, alla forza centrifuga in B, sta come la gravità totale, con cui l' acqua premerebbe l'orizzontale piano, che toccasse la curva nella sua cima A, alla gravità relativa, con cui l'acqua premerebbe il piano inclinato N B, che tocca la stessa curva in B; ma si è veduto, essere la prima eguale alla terza; dunque la seconda è eguale alla quarta; e però in qualsivoglia punto B del suo corso parabolico l'acqua è affetta d' una forza centrifuga, che uguaglia la forza della gravità relativa, la quale si eserciterebbe nello stesso punto della parabola contro la sua direzione; e però uguagliandosi, ed equilibrandosi una forza coll'altra, non ne seguirà effetto alcuno di pressione; onde non è maraviglia, se l'acqua, che esce per un lume da un vaso, non cada a piombo, lasciando la traccia della parabola che descrive; siccome ancora, che i proietti non abbandonino la curva parabolica da essi descritta; il che ec.

Co-

Corollario.

Onde è chiaro, che se il letto d'un fiume avesse il fondo parabolico A B convesso, e che il lato retto di tale parabola fusse quadruplo dell'altezza L A, onde il fiume è disceso (quale sarebbe la parabola, che dovrebbe descriversi dall acqua, lasciandola liberamente uscire dal lume verticalmente aperto in un vaso sotto la medesima altezza L A, colla direzione orizzontale) esso fondo nulla premuto sarebbe dall'acqua, che vi camminerebbe sopra: perchè quando ancora non ci fusse, l'acqua anderebbe per la medesima strada parabolica, rimanendo la gravità sua sospesa, ed equilibrata dalla forza centrifuga.

PROPOSIZIONE XLI.

Urtando il fiume G B M P sopra l'ostacolo fermo D C opposto direttamente al suo corso, sicchè la direzione dell'acqua lo ferisca ad angoli retti, ed incontrandone un altro D F di eguale lunghezza, ma obliquamente disposto: sarà l'impressione fatta sul primo, a quella, che farà sopra il secondo, come il quadrato del seno totale A D, al quadrato del seno dell'inclinazione, o sia dell'incidenza A I.

Perchè l'ostacolo diretto D C, riceverà tutto il moto dell'acqua racchiusa tra i fili paralleli A D, S C; ma l'obliquo D F riceverà solamente il moto dell'acqua, che è interposta tra i fili A D, V E, la quale batterebbe la sola parte D E dell'ostacolo diretto; e di questa ancora il predetto ostacolo obliquo D F non riceverebbe altrimenti tutto il moto, ma quella parte sola, che gli riesce perpendicolare; essendo che risolvendosi il moto per A D ne i due collaterali A I perpendicolare al piano D F, ed A H parallelo al medesimo, egli non vi ha dubbio, che la forza A H nulla offende il detto ostacolo, ma la sola forza A I. Sarà dunque l'impressione sopra l'ostacolo D C a quella sopra la parte D E, come C D a D E, che sono le misure delle quantità d'acqua, che direttamente urtano nell'uno, e nell'altro piano colla stessa velocità: ma l'impressione fatta dall'acqua A V E D sopra D E all'impressione ricevuta dalla medesima sul piano D F sta, come A D ad A I, cioè, per la similitudine de' triangoli A I D, D E F, come D F, ovvero D C a D E: dunque l'impressione sopra C D all'impressione sopra D F sta in ragione composta di C D a D E, e di bel nuovo un altra volta di C D a D E, che è quanto dire nella ragione duplicata di C D a D E, o come il quadrato C D, che è lo stesso di D F al quadrato D E; che è quanto dire, come il quadra-

drato del ſeno totale A D al quadrato del ſeno A I dell' angolo di inclinazione, o incidenza fatto dalla direzione dell' acqua, colla poſizione dell' oſtacolo; il che ec.

Corollario I.

Similmente eſſendo l' oſtacolo in un altra poſizione D T, ſi proverà, eſſere l' impreſſione ſopra D T all' impreſſione ſopra l' oſtacolo diretto D C, come il quadrato del ſuo ſeno d'incidenza A X, al quadrato del ſeno totale A D; onde per l' ugual proporzione, ſarà l' impreſſione ſopra D T all' impreſſione ſopra D F, come il quadrato del ſeno A X al quadrato del ſeno A I; ovvero come il quadrato della D L al quadrato della D E.

Corollario II.

Per la qual coſa ancora potrà dirſi eſſere le impreſſioni ſopra due oſtacoli D T, D F egualmente lunghi, e variamente inclinati, in duplicata ragione delle quantità d'acqua, che vi battono ſopra; perchè ſono, come i quadrati delle D L, D E, che miſurano la quantità dell' acqua A D L K, che va ſopra il primo, e la quantità A D E V, che batte ſopra il ſecondo.

Corollario III.

Onde ſi vede, che la maſſima impreſſione fatta ſopra un penello, o altro oſtacolo oppoſto al corſo dell' acqua, è quando la riceve ad angoli retti, come D C, e ſempre minore ſi fa la detta impreſſione, quanto più è inclinato l' oſtacolo al corſo del fiume; onde è minore quella che tocca a D T, che quella che tocca a D F, per eſſere più acuto l' angolo D T L, che l' angolo D F E.

Corollario IV.

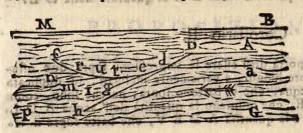
Appariſce ancora, che venendo urtato un oſtacolo D F per la direzione A D, non riceve impreſſione alcuna ſecondo A H parallela al detto oſtacolo, ma ſolamente reſta ſpinto per la direzione A I, ovvero H D, che gli è perpendicolare.

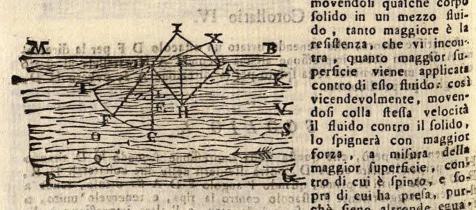
SCOLIO I.

E' ben vero però, che queſta ſteſſa impreſſione ſecondo H D tirando H R perpendicolare ad A D, potrà dividerſi nelle due collaterali H R, R D; delle quali la prima, quando l' angolo F D A ſia ottuſo, tende a ſtringere maggiormente l' oſtacolo contro la ripa, e tenervelo unito, o ſpignerlo verſo quelle parti, ſe ne è ſtaccato, e l' altra impreſſione è diretta a ſpignerſi avanti il detto oſtacolo per la direzione del fiume. Ma quando l' angolo F D A è acuto, coſpira ancora la prima impreſſione a ſtac-

ſtaccare dalla ripa il detto oſtacolo, e trabalzarlo verſo il filone del fiume, eſſendo allora diretta la H R verſo la ripa oppoſta alla contigua B M; onde rare volte accade, che poſſano ſoſtenerſi i penelli fatti per riparo del fiume in tale diſpoſizione: oltre il pericolo di cagionare la rovina della ripa, co' vortici, che forma l'acqua rifleſſa dentro l' angolo acuto, mentre ritorna come in ſe ſteſſa, e agitata in giro ſcava il terreno di ſotto, facendo franare la ſponda.

SCOLIO II.

Tutto ciò, che ſi è detto dell' oſtacolo D F ſuppoſto piano, vale ancora di ciaſcun punto, o di qualunque parte infinitamente piccola D d di un oſtacolo curvilineo D f, eſſendo che ſi può prendere per coincidente col piano D d h, che ivi la tocca, preſe per eguali, o coſtanti le ſteſſe particelle elementari D d, d e, e t, ec. componenti l'oſtacolo curvilineo; ma non già paragonando un intiero oſtacolo curvo ad un altro, retto, o curvo che ſiaſi; perchè non hanno le curve una ſola inclinazione col filone del fiume, ma in ogni ſuo punto la mutano.

PROPOSIZIONE XLII.

Quanto maggiore ſarà poi la ſuperficie dell' oſtacolo eſpoſto all' azione dell' acqua, tanto maggiore impreſſione riceverà da eſſa, in parità dell' altre circoſtanze.

Imperocchè, ſiccome movendoſi qualche corpo ſolido in un mezzo fluido, tanto maggiore è la reſiſtenza, che vi incontra, quanto maggior ſuperficie viene applicata contro di eſſo fluido: così vicendevolmente, movendoſi colla ſteſſa velocità il fluido contro il ſolido, lo ſpignerà con maggior forza, a miſura della maggior ſuperficie, contro di cui è ſpinto, e ſopra di cui ha preſa, purchè ſieno altronde eguali tutte l'altre circoſtanze.

Co·

Corollario I.

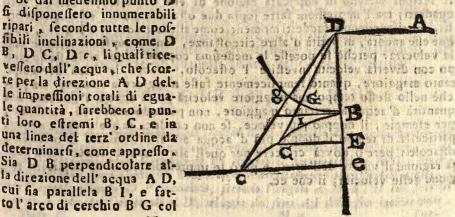
Essendo adunque due ripari rettilinei D Z, D T di lunghezza diversa, e variamente inclinati, la totale impressione sopra il primo all' impressione totale sopra il secondo sarà in ragione composta di quella delle lunghezze D Z, D T corrispondenti alle loro superficie, e di quella de' quadrati fatti da' seni delle loro inclinazioni, cioè del quadrato A I al quadrato A X. Imperocchè posta la lunghezza D F eguale alla D T, sarà l' impressione totale sopra D Z all' impressione totale sopra D F, come la stessa D Z alla D F; ma l' impressione sopra D F all' impressione sopra D T, per la Prop. 41. sarà, come il quadrato A I al quadrato A X; dunque l' impressione sopra D Z all' impressione sopra D T è in ragione composta delle lunghezze loro, e della duplicata de' seni d' inclinazione, cioè de' quadrati fatti da essi: il che ec.

Corollario II.

Essendo la lunghezza D Z alla lunghezza D T reciprocamente, come il quadrato del seno A I, corrispondente all' inclinazione di questo, al quadrato del seno A X, corrispondente all' inclinazione di quello, le totali impressioni sopra de' ripari rettilinei D Z, D T saranno eguali; e viceversa, se queste impressioni sono eguali, saranno le lunghezze reciproche a' quadrati de' suddetti seni. Perchè generalmente componendosi una ragione di due altre ragioni, ove queste sono le medesime reciprocamente, ne nasce la ragione di egualità, e per lo contrario, ogni uguaglianza nasce da ragioni componenti, che reciprocamente siano le medesime: come accade ne' rettangoli, la cui ragione si compone di quella de' lati, e così ne' coni, e cilindri, e prismi, e piramidi, che sono in ragione composta di quella delle basi, e di quella dell' altezze, ec.

Corollario III.

Se dal medesimo punto D si disponessero innumerabili ripari, secondo tutte le possibili inclinazioni, come D B, D C, D c, li quali ricevessero dall' acqua, che scorre per la direzione A D delle impressioni totali di eguale quantità, sarebbero i punti loro estremi B, C, e in una linea del terz' ordine da determinarsi, come appresso. Sia D B perpendicolare alla direzione dell' acqua A D, cui sia parallela B I, e fatto l' arco di cerchio B G col

rag.

raggio D B, stendasi la segante D G I, e si prolunghi in C, sicchè sia D C terza proporzionale dopo le due D G, D I, sarà il punto C nella curva, che passa per tutti gli estremi de' ripari D B, D C, D c incontrati dall'acqua con eguale impressione totale; perchè tirata C E parallela alla A D; essendo E D a D B, come C D a D I, cioè per costruzione, come I D a D G, siccome li conseguenti D B, D G sono eguali, saranno altresì eguali gli antecedenti E D, I D; ma il quadrato C D al quadrato D I sta, come C D a D G, ovvero D B; dunque la lunghezza del riparo C D alla lunghezza del riparo D B, sta come il quadrato C D al quadrato I D, ovvero E D; ma C D ad E D è come il seno dell'angolo retto A D B al seno dell'angolo d'inclinazione D C E, ovvero A D C; dunque le lunghezze de' ripari sono reciproche a' quadrati de' seni della loro inclinazione; e però ricevono impressioni eguali.

SCOLIO.

Questa curva B C c è la medesima da noi nominata, e proposta nella Lettera Geometrica al P Ceva num. 10. ove asserisco, essere essa eguale alla lunghezza d'una certa curva parabolica, tagliata da un cono, il cui triangolo per l'asse fusse equilatero, e col distendere in piano la superficie conica, spiegata anch'essa, e ridotta nello stesso piano. Veggasi la suddetta nostra Lettera Geometrica annessa al libro della dimostrazione de' Teoremi Ugeniani pag. 197.

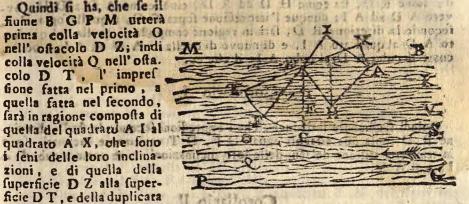
PROPOSIZIONE XLIII.

Essendo diverse le velocità, colle quali si muovono due fiumi per la loro direzione, in parità di lunghezza de' ripari opposti, ed egualità dell'inclinazione loro col filone del fiume, saranno l'impressioni fatte in essi in ragione duplicata di quella delle dette velocità.

Per la Prop. 25. del primo libro le forze motive, o sia i momenti dell' acqua sono in ragione composta della diretta delle sezioni, che misurano l' ampiezza, ed estensione, con cui vengono ad urtare le acque mosse contro un ostacolo, e della duplicata delle velocità, onde in parità delle dette sezioni saranno in duplicata ragione di esse velocità, o come i loro quadrati; ma l'impressioni fatte sopra due ostacoli eguali, e similmente posti, corrispondono a' suddetti momenti come alle loro adequate cagioni, dunque esse ancora, in parità d'altre circostanze, sono in duplicata ragione delle velocità: perchè se potesse la medesima copia d'acqua nello stesso tempo con diversa velocità investire l' ostacolo, sarebbe la forza del colpo tanto maggiore, quanto semplicemente fusse maggiore la velocità: ma perchè nello stesso tempo una maggiore velocità porta contro l'ostacolo una quantità d'acqua altrettanto maggiore, non potendo muoversi un fiume, per esempio, il doppio più veloce, se non conduce in qualsivoglia minima particella di tempo il doppio più d'acqua ad urtare contro il medesimo ostacolo; perciò dovrà crescere per quest' altro capo di nuovo nella stessa ragione il vigore dell'urto, e però le impressioni sono in duplicata ragione delle velocità; il che ec.

Co-

Corollario I.

Quindi si ha, che se il fiume B G P M urterà prima colla velocità O nell' ostacolo D Z; indi colla velocità Q nell' ostacolo D T, l' impressione fatta nel primo, a quella fatta nel secondo, sarà in ragione composta di quella del quadrato A I al quadrato A X, che sono i seni delle loro inclinazioni, e di quella della superficie D Z alla superficie D T, e della duplicata delle velocità, cioè del quadrato O al quadrato Q: perchè se urtasse colla velocità O nell' ostacolo D Z; indi colla stessa velocità nell' ostacolo D F eguale a D T, poi nell' ostacolo D T, colla medesima velocità O, e finalmente nello stesso D T colla velocità Q, sarà la prima impressione alla seconda, come la superficie D Z alla superficie D F, ovvero D T: la seconda impressione alla terza, come il quadrato A I al quadrato A X; e la terza alla quarta O al quadrato Q; dunque la prima impressione alla quarta è in ragione composta delle superficie degli ostacoli, e de' quadrati sì de' seni dell' inclinazioni loro, come delle velocità dell' acqua.

Corollario II.

Onde sarà eguale la totale impressione sopra due ostacoli, se o in parità di lunghezza siano le velocità del fiume reciproche de' seni dell' inclinazione di tali ostacoli, o in parità d' inclinazione, siano le lunghezze loro reciproche a' quadrati delle velocità: o insomma se le lunghezze siano reciproche a' prodotti de' quadrati delle velocità ne' quadrati de' seni; ovvero i quadrati de' seni siano reciproci de' prodotti delle lunghezze ne' quadrati delle velocità, o finalmente i quadrati delle velocità reciprochi de' prodotti delle lunghezze ne' quadrati de' seni delle loro inclinazioni.

PROPOSIZIONE XLIV.

Volendo fare conto dell' impressione secondo R D parallela alla direzione del fiume, la quale secondo lo Scolio 1. della prop. 41. derivasi dall' impressione fatta dall' acqua corrente sopra l' ostacolo D F, secondo la perpendicolare H D; saranno le impressioni sopra l' ostacolo C D, opposto direttamente al corso dell' acqua, e sopra l' eguale ostacolo D F inclinato, secondo l' angolo A D F, il cui seno A I, come il cubo del seno totale A D, al cubo del seno A I della sua inclinazione.

Perchè l'impressione sopra D C a quella sopra D F, secondo la direzione A I, ovvero H D perpendicolare ad esso piano D F, sta per la Prop. 41 come il quadrato A D al quadrato A I; ma l'impressione sopra D F secondo la perpendicolare H D, a quella che ne risulta secondo la direzione R D, sta come H D ad R D, cioè come A D a D H, ovvero A D ad A I; dunque l'impressione sopra C D, a quella sopra D F, secondo la direzione R D, sarà in ragione composta di quella del quadrato A D al quadrato A I, e di nuovo di quella di A D ad A I; cioè sta, come il cubo A D al cubo A I: il che ec.

Corollario I.

Quindi facilmente si deduce, che l'impressioni secondo la stessa direzione R D sopra due ostacoli eguali D F, D T variamente inclinati, sono in triplicata ragione de' seni delle loro inclinazioni, cioè come i cubi di A I, e di A X.

Corollario II.

Attesa la detta direzione R D, due ripari diversamente lunghi, e variamente inclinati, riceveranno dall'acqua le impressioni in ragione composta delle loro lunghezze, e de' cubi fatti da' seni delle inclinazioni.

Corollario III.

Et essendo i cubi de i seni dell'inclinazioni, reciprochi delle lunghezze de' ripari, saranno eguali le impressioni fatte sopra di essi per la detta direzione R D.

Corollario IV.

E variando ancora la velocità, le dette impressioni saranno in ragione composta della semplice delle lunghezze, della duplicata delle velocità, e della triplicata de' seni dell'inclinazioni loro.

PROPOSIZIONE XLV.

L' impressione fatta dall' acqua sopra un ostacolo rettilineo A G opposto direttamente al corso dell' acqua in qualunque suo punto G, sta all' impressione fatta nell' ostacolo retto, o curvo A F inclinato alla corrente, nel punto F, che corrisponde al punto G, considerando l' urto ricevuto secondo la perpendicolare F C, come la normale C F alla sunnormale C B, o come la tangente D F all' ordinata F B: ma secondo la direzione F I derivata dall' urto suddetto per F C, sarà in duplicata ragione delle medesime normale, e sunnormale, ovvero tangente, ed ordinata: cioè come il quadrato F C al quadrato C B, o come il quadrato D F al quadrato F B.

Sia F *f* una parte infinitamente piccola della linea retta, o curva F A, la quale sia

fia urtata da' fili d'acqua H F, *b f* parallela alla ripa A C, che battono perpendicolarmente ne' punti G, *g* della retta A G perpendicolare al corso del fiume; e fingasi, che la stessa particella F*f* fusse urtata perpendicolarmente, colla stessa velocità, da' fili d'acqua E F, *e f*. Sarà l'impressione fatta da' fili H G; *b g* sopra G *g*, a quella fatta colla stessa velocità, ed inclinazione da' fili F E, *e f* sopra F *f*, per la Prop. 42. come G *g* ad F *f*, ovvero G N, ad F N [posta F N tangente] o come la sunnormale B C alla normale C F; cioè come il rettangolo B C F al quadrato C F, ma l'impressione de' fili perpendicolari E F, *e f* sopra F *f*, a quella de' fili H F, *b f* sopra la medesima F *f* cadenti obliquamente, per la prop. 41. è come il quadrato F M del seno totale al quadrato M L del seno dell' inclinazione, cioè come il quadrato C F al quadrato C B; dunque l'impressione de' fili H F, *b f* sopra G *g*, a quella fatta da' medesimi sopra F *f*, cioè l'impressione dell'acqua nel punto G della retta A G, che ne sostiene l'urto perpendicolarmente, all'impressione di essa nel punto corrispondente F della linea retta, o curva A F, sarà per l'egualità ordinata, come il rettangolo B C F al quadrato C B, o come la normale F C alla sunnormale C B, ovvero come la tangente F D all'ordinata F B, presa la detta impressione secondo la direzione F C perpendicolare in F alla linea A F: ma volendo considerare quella solamente, che le viene derivata secondo la stessa direzione H F I, secondo cui si muove l'acqua; perchè la impressione de' fili d'acqua E F, *b f*, che urtano nella stessa F *f* obliquamente, considerandola secondo la direzione H F I sta, per la prop. 44., come il cubo del seno totale F C al cubo del seno dell' inclinazione C B; essendo l'impressione sopra G g da' fili H G, *b g*, a quella sopra F *f* da' fili E F, *e f*, come il rettangolo B C F al quadrato C F (il che poc'anzi si è quì dimostrato) o come il prodotto di B C nel quadrato C F al cubo C F, sarà per l'ugual proporzione l'impressione fatta da' fili H G, *g b* sopra G *g*, a quella che è fatta da' medesimi prolungati in F, *f* sopra F *f*, secondo la direzione G F I, come il prodotto di B C nel quadrato C F, al cubo B C: cioè come il quadrato C F al quadrato B C; ovvero come il quadrato della tangente F D al quadrato dell'ordinata F B; il che era da dimostrarsi.

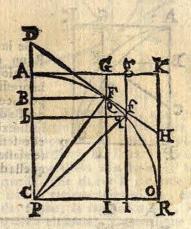
PROPOSIZIONE XLVI.

Facendosi, come la normale F C alla sunnormale C B così la retta costante G I ad un' altra I Q, e così sempre in tutti i punti, sicchè ne nasca la curva A Q O, sarà tutta l' impressione sopra la retta A K fatta dall' acqua, che gli urta dentro perpendicolarmente, all' impressione fatta sopra tutta la curva A F R, considerata secondo le direzioni F C perpendicolari alla curva in ciascun punto, come il rettangolo A K R P allo spazio curvilineo A Q O R P: ma la medesima impressione sopra la retta A K sta all' impressione ricevuta dalla curva A F R secondo le direzioni G F parallele alla ripa A P, come il cilindro generato dal detto rettangolo A K R P rivoltato intorno la base P R, al solido rotondo nato dalla rivoluzione dello spazio curvilineo A Q O R P intorno la stessa base R P.

Perchè l' impressione dell' acqua sopra la linea A K nel punto G, all'impressione sopra la linea A F R nel punto F, secondo la direzione F C perpendicolare alla curva, sta come F C a C B per la prop. precedente ovvero come G I ad I Q: e sono tutte l' impressioni ne' punti G della retta A K tra di loro eguali, siccome sono eguali tutte le linee G I tirate nel rettangolo A K R P parallele ad A P; dunque la somma di tutte l' impressioni fatte su ciascun punto della retta A K stanno alla somma di tutte l' impressioni fatte su ciascun punto della A F R, per le direzioni perpendicolari a qualunque parte di essa, come tutte le linee G I del rettangolo A K R P, a tutte le linee I Q dello spazio A Q O R P, cioè come il detto rettangolo alla figura stessa A Q O R P; ma le impressioni sopra i punti G della retta, paragonate all' impressioni sopra i punti F della suddetta curva, secondo le direzioni parallele ad A P, essendo per l' antecedente proposizione, come i quadrati delle normali corrispondenti F C a' quadrati delle sunnormali C B, o come li quadrati G I a' quadrati delle I Q, cioè come li cerchi generati dalle rette G I rivoltate intorno l' asse R P, a' cerchi generati dalle rette I Q similmente rivoltate intorno R P. ne segue, che la somma di tutte le impressioni sopra la retta A K, alla somma delle impressioni sopra la curva A F R, secondo la direzione G I, sia come il cilindro fatto dal rettangolo A K R P rivoltato intorno R P, al solido rotondo fatto dallo spazio A Q O R P rivoltato similmente intorno R P; il che ec.

Co-

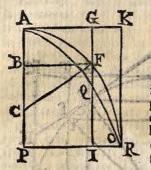
Corollario I.

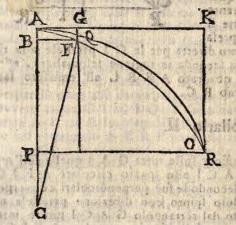
Se la curva A F R sarà un quarto di circolo, le cui normali F C convengono nel centro C, la curva A Q O sarà lo stesso arco del quadrante; perchè facendo, come F C a C B, così G I, ad I Q, siccome G I è sempre eguale ad F C, così la I Q sempre sarà eguale alla C B, ovvero alla I F; onde l'impressione sopra la retta A K, all'impressione fatta dalla stessa acqua sopra il quadrante circolare A F R, in quanto è secondo le perpendicolari ad esso quadrante, cioè diretta verso il centro C, starà come A K R C quadrato del raggio allo stesso quadrante circolare A F R C, ovvero come il quadrato al cerchio iscritto; ma presa questa seconda impressione in quanto diretta per le G I parallele alla ripa A C, sarà la prima impressione alla seconda in ragione sesquialtera, essendo come il cilindro generato dal quadrato A K R C all' emisfero fatto dal quadrante A R C girato intorno R C.

Corollario II.

Similmente paragonando l' impressione sulla retta G A a quella sull'arco A F, starà come il rettangolo G A C I allo spazio circolare A F I C, quando si considera l'arco spinto secondo le sue perpendicolari convergenti nel centro: o pure; considerandolo spinto con direzione parallela alle ripe, sarà come il cilindro generato dal rettangolo G A C I girato intorno C I, alla porzione sferica descritta dallo spazio circolare A F I C similmente girato intorno la C I.

Corollario III.

Se si tira nel quadrante un tale seno F I, il quadrato di cui sia duplo del quadrato I C, sarà il quadrato del seno totale P F sesquialtero del quadrato del seno suddetto F I, ovvero C B; e però condotti la tangente F D determinata in H dal lato R K del quadrato A K R C, l' impressione sopra la retta D H, riuscirà eguale all'impressione sopra l' arco del quadrante A F R, prendendo l'una e l' altra secondo la direzione G I; essendo che l'impressione sopra A K all'impressione sopra D H sarà altresì come il quadrato F C al quadrato C B, cioè in ragione sesquialtera, come è la ragione dell' impressione sopra A K all'impressione sopra l'arco suddetto A F R per la stessa direzione. Vi sarà però questo divario, che l' impressione su la retta D H sarà equabilmente distribuita per essa, essendo da per tutto eguale a quella, che nell'arco risulta al punto F; ma l' im-

impressione eguale fatta su l' arco A F R vi è distribuita disugualmente per le sue parti, riuscendo maggiore tra i punti F, A, e minore tra i punti F, R.

Corollario IV.

Se in vece del quadrante circolare, fusse A F R un quarto di ellisse, essendo A P il semiasse maggiore, l' impressione sopra la retta A K all' impressione sopra l'arco A F R secondo le perpendicolari F C sarebbe in ragione maggiore che quella del quadrato all' iscritto cerchio; e secondo le direzioni parallele all' asse A P in maggior ragione che sesquialtera; ma quando *fig.* 2. fusse A P il semiasse minore, sarebbe la prima ragione minore di quella del quadrato al cerchio iscritto, e la seconda minore parimente della sesquialtera, riuscendo la linea A Q O interiore all' ellisse nel primo caso, ed esteriore nel secondo.

SCOLIO.

Non mi diffondo in dimostrare questo corollario, siccome nè meno nell' esaminare ciò che accade all' altre sezioni coniche, e diverse altre curve già note, bastando, che siasi spianata la strada a' Lettori per simiglianti ricerche; solamente noterò di passaggio, che la proporzione dell' impressione sopra una retta parallela all' asse d' una parabola, quando il corso del fiume è parallelo all' ordinate, e questa si considera secondo la direzione del medesimo corso, sta come uno spazio rettilineo ad uno spazio iperbolico tagliato con parallele a gli asintoti; e l' impressione sopra una retta parallela all' ordinate all' impressione sopra la curva parabolica, essendo il corso del fiume parallelo all' asse della parabola, considerata questa impressione nella perpendicolare alla curva, sta come uno spazio rettilineo ad un settore iperbolico; ma considerandola nella stessa direzione del fiume, sta come la retta, sopra cui si fa l' impressione, all'arco circolare, il cui raggio sia la metà del lato retto, e l' angolo al centro sia, quanta è l' inclinazione della tangente coll' estrema ordinata, che termina l' arco parabolico; ovvero come la tangente del compimento dell' inclinazione sta all' arco cioè l' impressione sopra A G, all' impressione sopra A F (descritto l' arco circolare B H, col raggio della sunnormale B C, che è la metà del lato retto, il quale arco sia segato in H della normale F C, che fa coll' asse l' angolo F C B eguale a quello della tangente, e dell' ordinata D F B) come la stessa retta A G all' arco B H; onde compiuto il quadrante circolare B H E, ne segue questo stupen-

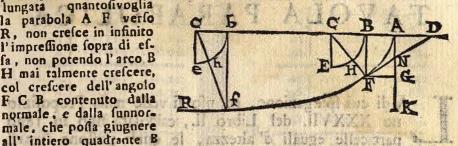
pendo paradosso, che prolungata quantosivoglia la parabola A F verso R, non cresce in infinito l'impressione sopra di essa, non potendo l'arco B H mai talmente crescere, col crescere dell'angolo F C B contenuto dalla normale, e dalla sunnormale, che possa giugnere all' intiero quadrante B

E; e però presa A K eguale al quadrante B H E, saremo certi, che prolungandosi quantosivoglia la parabola A F R, l'impressione totale sopra di essa, secondo le direzioni parallele all'asse, ma non arriverà, non che possa passare la somma dell' impressioni fatte sopra la detta A K. Se la figura del riparo sarà cicloidale, ed il corso del fiume sia parallelo alla base, l'impressione sopra la retta parallela all'asse a quella, che riceve la cicloide secondo le perpendicolari alla sua curvità, sarà in ragione sesquialtera, ed a quella che ne partecipa secondo il corso del fiume, in ragione dupla. Ma essendo il corso del fiume parallelo all'asse della cicloide, l'impressione sopra la retta parallela alla base, all'impressione su l'arco cicloidale, secondo la stessa direzione del fiume, sarà in ragione sesquiterza, e secondo la direzione delle sue perpendicolari, in ragione minore che sesquiterza. Se la curva sarà una logaritmica, ed il corso dell'acqua sia parallelo al suo assintoto, l'impressione sopra di essa, presa nella direzione parallela all'asse, sta all'impressione sopra la sua prima ordinata eguale alla suttangente, come l'eccesso del quadrato sopra il circolo iscritto, sta ad esso quadrato; ovvero generalmente, l'impressione sopra un'ordinata, sta all'impressione sopra tutta la logaritmica quindi in infinito decrescente, come la tangente all'eccesso di essa sopra l'arco, che misura l'inclinazione di essa tangente coll'asse. E se la curva sarà una trattoria, sarà l'impressione sopra la retta finita eguale alla sua suttangente, ed ordinata alla curva, il cui asintoto sia parallelo al corso del fiume, all'impressione sopra la detta curva in infinito prolungata, presa però secondo le perpendicolari alla medesima curva, in ragione dupla; e prendendo detta impressione, secondo le parallele all'asse, sarà in ragione tripla; le quali proprietà, ed altre infinite, io non intraprendo a dimostrare, perchè chi è abile Geometra averà maggior piacere di rinvenirle da se medesimo, e chi non è tale, o non si curerebbe ad ogni modo di leggerle, o difficilmente ne capirebbe la dimostrazione. Che però questo basti per ora di avere brevemente notato sopra questa materia.

TAVOLA PARABOLICA.

LA di cui ſpiegazione, ed uſo ſi vede nella Propoſizione XXXVII. del Libro II., calcolata fino in 1800. particelle eguali d'altezza, le quali poſſono ſignificare indifferentemente once, o ſoldi, o altre minime miſure, ſecondo che vorranno miſurarſi le altezze con piedi, che ſi dividono in 12. once, o con braccia, che ſi dividono in 20. ſoldi, o con altre miſure ſecondo l'uſanza di ciaſcun paeſe. A ciaſcun' *altezza* corriſponde la ſua *radice quadra* eſatta, o proſſima in numeri interi, e parti centeſime anneſſe, ſeparate da un punto; le quali radici eſprimono ancora le *velocità* competenti all' acqua nelle date altezze, o pure le *ordinate* della parabola, che eſprime la ſcala delle velocità; e nella terza colonna ſi ha il *prodotto* di ciaſcuna altezza nella ſua radice quadra, che eſprime la *quantità dell' acqua* corriſpondente, ovvero la *ſuperficie* medeſima parabolica, a cui il detto prodotto è proporzionale, per eſſere quella ſempre due terzi del rettangolo circoſcritto; come ſi è avviſato di ſopra nel luogo citato.

Al-

	Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
	1.	1.00.	1.00.
	2.	-1.41.	2.82.
	3.	-1.73.	5.19.
	4	-2.00.	8.00.
	5.	+2.24.	11.20.
	6.	+2.45.	14.70.
	7.	+2.65.	19.55.
	8.	+2.83.	22.64.
	9.	3.00.	27.00.
	10.	-3.16.	31.60.
	11.	+3.32.	36.52.
	12.	-3.46.	41.52.
Pie-) di 1.)			
	13.	+3.61.	46.93.
	14.	-3.74.	52.36.
	15.	-3.87.	56.05.
	16.	4.00.	64.00.
	17.	-4.12.	70.04.
	18.	-4.24.	76.32.
	19.	+4.36.	82.84.
	20.	-4.47.	89.40.
Brac-) cia 1.)			
	21.	-4.58.	96.18.
	22.	-4.69.	103.18.
	23	+4.80.	110.40.
	24.	+4.90.	117.60.
P.2.			
	25.	5.00.	125.00.
	26.	+5.10.	132.60.
	27.	+5.20.	140.40.
	28.	-5.29.	148.12.
	29.	-5.39.	156.31.
	30.	+5.48.	164.40.
	31.	+5.57.	172.67.
	32.	+5.66.	181.12.
	33.	+5.74.	189.42.
	34.	-5.83.	198.22.
	35.	+5.92.	207.20.
	36.	6.00.	216.00.
P.3.			
	37.	-6.08.	224.96
	38.	-6.16.	234.08.
	39.	-6.24.	243.36.
	40.	-6.32.	252.80.
B.2.			

	Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
	41.	-6.40.	.62.40.
	42.	-6.48.	272.16.
	43.	+6.56.	282.08.
	44.	-6.63.	291.72.
	45.	+6.71.	301.95.
	46.	-6.78.	311.88.
	47.	+6.86.	322.42.
	48.	+6.93.	332.64.
P.4.			
	49.	7.00.	343.00.
	50.	-7.07.	353.50.
	51.	-7.14.	364.14.
	52.	-7.21.	374.92.
	53.	-7.28.	385.84
	54.	+7.35.	396.90
	55.	+7.42.	408.10
	56.	-7.48.	418.88
	57.	+7.55.	430.35.
	58.	+7.62.	441.96.
	59.	-7.68.	453.12.
	60.	+7.75.	465.00.
P.5.) B.3.)			
	61.	-7.81.	476.41.
	62.	-7.87.	487.94.
	63.	+7.94.	500.22.
	64.	8.00.	512.00.
	65.	-8.06.	523.90.
	66.	-8.12.	535.92.
	67.	+8.19.	548.73.
	68.	-8.24.	560.32.
	69.	+8.31.	573.39.
	70.	+8.37.	585.90.
	71.	+8.43.	598.53.
	72.	+8.49.	611.28.
P.6.			
	73.	-8.54.	623.42.
	74.	-8.60.	636.40.
	75.	-8.66.	649.50.
	76.	+8.72.	662.72.
	77.	-8.77.	675.99.
	78.	-8.83.	688.74.
	79.	+8.89.	702.31.
	80.	-8.94.	715.20.
B.4.			

Altezze.	Radici.	Prodotti.
81.	9.00.	729.00.
82.	+9.06.	742.92.
83.	-9.11.	756.13.
84.	+9.17.	770.28.
P.7.		
85.	+9.22.	783. 0.
86.	-9.27.	797.22.
87.	+9.33.	811.71.
88.	-9.38.	825.44.
89.	-9.43.	839 27.
90.	+9.49.	854.10.
91.	+9.54.	868.14.
92.	-9.59.	882.28.
93.	-9.64.	896.52.
94.	+9.70.	911.80.
95.	+9.75.	926.25.
96.	+9.80.	940.80.
P.8.		
97.	+9.85.	955.45.
98.	+9.90.	970.20.
99.	+9.95.	985.05.
100.	10.00.	1000.00.
B.5.		
101.	+10.05.	1015.05.
102.	+10.10.	1030.20.
103.	+10.15.	1045.45.
104.	+10.20.	1060.80.
105.	+10.25.	1076 25.
106.	+10.30.	1091.80.
107.	-10.34.	1106.38.
108.	-10.39.	1122.12.
P.9.		
109.	-10.44.	1137.96.
110.	+10.49.	1153.9 .
111.	+10.54.	1169.94.
112.	-10.58.	1184.96.
113.	-10.63.	1201.19.
114.	+10.68.	1217.52.
115.	-10.72.	1232.80.
116.	-10.77.	1249.32.
117.	+10.82.	1265.94.
118.	-10.86.	1281.48.
119.	+10.91.	1298.29.
120.	-10.95.	1314.00.
P.10. B.6.		

Altezze.	Radici.	Prodotti.
121.	11.00.	1331.00.
122.	+11.05.	1348.10.
123.	+11.09.	1364.07.
124.	+11.14.	1381.36.
125.	-11.18.	1397.50.
126.	-11.22.	1413.72.
127.	+11.27.	1431.29.
128.	-11.31.	1447.68.
129.	+11.36.	1465.44.
130.	-11.40.	1482.00.
131.	+11.45.	1499.95.
132.	· 11.49.	1516.68.
P.11.		
133.	-11.53.	1533.49.
134.	+11.58.	1551.72.
135.	+11.62.	1568.70.
136.	-11.66.	1585.76.
137.	-11.70.	1602.90.
138.	+11.75.	1621.50.
139.	+11.79.	1638.81.
140.	--11.83.	1656.20.
B.7.		
141.	-11.87.	1673.67.
142.	+11.92.	1692.64.
143.	+11.96.	1710.28.
144.	12.00.	1728.00.
P.12.		
145.	-12.04.	1745.80.
146.	-12.08.	1763.68.
147.	-12.12.	1781.64.
148.	+12.17.	1801.16.
149.	+12.21.	1819.29.
150.	+12.25.	1837.50.
151.	+12.29.	1855.79.
152.	+12.33.	1874.16.
153.	·12.37.	1892.61.
154.	+12.41.	1911.14.
155.	+12.45.	1929.75.
156.	+12.49.	1948.44.
P.13.		
157.	+12.53.	1967.21.
158.	+12.57.	1986.06.
159.	+12.61.	2004.99.
160.	+12.65.	2024.00.
B.8.		

	Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
	161.	+12. 69.	2043. 09.
	162.	+12. 73.	2062. 26.
	163.	+12. 77.	2081. 51.
	164.	+12. 81.	2100. 84.
	165.	+12. 85.	2120. 25.
	166.	- 12. 88.	2138. 08.
	167.	- 12. 92.	2157. 64.
	168.	- 12. 96.	2177. 28.
P.14.			
	169.	13. 00.	2197. 00.
	170.	+13. 04.	2216. 80.
	171	+13. 08.	2236. 68.
	172.	- 13 11.	2254. 92.
	173.	- 13. 15.	2274. 95
	174.	- 13. 19.	2295. 06.
	175.	+13. 23.	2315. 25.
	176.	+13. 27.	2335. 52.
	177.	- 13. 30.	2354. 10.
	178.	- 13. 34.	2374. 52.
	179.	+13. 38.	2395. 02.
	180.	+13. 42.	2415. 60.
P.15. B. 9.			
	181.	- 13. 45.	2434. 45.
	182.	- 13. 49.	2455. 18.
	183.	+13. 53.	2475. 99.
	184.	- 13. 56.	2495. 04.
	185.	- 13. 60.	2516. 00.
	186.	+13. 64.	2537. 04.
	187.	- 13. 67.	2556. 29.
	188.	- 13. 71.	2577. 48.
	189.	+13. 75.	2598. 75.
	190.	- 13. 78.	2618. 20.
	191.	- 13. 82.	2639. 62.
	192.	+13. 86.	2661. 12.
P.16.			
	193.	- 13. 89.	2680. 77.
	194.	+13. 93.	2702. 42.
	195.	- 13. 96.	2734. 20.
	196.	14. 00.	2744. 00.
	197.	+14. 04.	2765. 88.
	198.	+14. 07.	2785. 86.
	199.	+14. 11.	2807. 89.
	200.	- 14. 14	2828. 00.
B.10.			

	Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
	201.	- 14. 18.	2850. 18.
	202.	- 14. 21.	2870. 42.
	203.	- 14. 25.	2892. 75.
	204.	- 14. 28.	2913. 12.
P.17.			
	205.	+14. 32.	2935. 60.
	206.	- 14. 35.	2956. 10.
	207.	+14. 39.	2978. 73.
	208.	- 14. 42.	2999. 36.
	209.	+14. 46.	3022. 14.
	210.	- 14. 49.	3042. 90.
	211.	+14. 53.	3065. 83.
	212.	- 14. 56.	3086. 72.
	213.	- 14. 59.	3107. 67.
	214.	+14. 63.	3130. 82.
	215.	- 14. 66.	3151. 90.
	216.	+14. 70.	3175. 20.
P.18.			
	217.	- 14. 73.	3196. 41.
	218.	- 14. 76.	3217. 68.
	219.	+14. 80.	3241. 20.
	220.	- 14. 83.	3262. 60.
B.11.			
	221.	+14. 87.	3286. 27.
	222.	+14. 90.	3307. 80.
	223.	- 14. 93.	3329. 39.
	224.	+14. 97.	3353. 28.
	225.	15. 00	3375. 00.
	226.	- 15. 03.	3396. 78.
	227.	+15. 07.	3420. 89.
	228.	+15. 10.	3442. 80.
P.19.			
	229.	- 15. 13.	3464. 77.
	230.	+15. 17.	3489. 10.
	231.	+15. 20.	3511. 20.
	232.	- 15. 23.	3533. 36.
	233.	- 15. 26.	3555. 58.
	234.	+15. 30.	3580. 20.
	235.	+15. 33.	3602. 55.
	236.	- 15. 36.	3624. 96.
	237.	- 15. 39.	3647. 43.
	238.	+15. 43.	3672. 34.
	239.	+15. 46.	3694. 94.
	240.	- 15. 49.	3717. 60.
P.20. B.12.			

Al-

	Altezze.	*Radici:*	*Prodotti.*
	241.	--15. 52.	3740. 32.
	242.	+15. 56.	3765. 52.
	243.	+15. 59.	3788. 37.
	244.	- 15. 62.	3811. 28.
	245.	- 15. 65.	3834. 25.
	246.	- 15. 68.	3857. 28.
	247.	+15. 72.	3882. 84.
	248.	+15. 75.	3906. 00.
	249.	+15. 78.	3929. 22.
	250.	- 15. 81.	3952. 50.
	251.	- 15. 84.	3975. 84.
	252.	+15. 88.	4001. 76.
P.21.			
	253.	+15. 91.	4025. 23.
	254.	+15. 94.	4048. 76.
	255.	+15. 97.	4072. 35.
	256.	16. 00.	4096. 00.
	257.	- 16. 03.	4119. 71.
	258.	- 16. 06.	4143. 48.
	259.	- 16. 09.	4167. 31.
	260.	- 16. 12.	4191. 20.
B.13.			
	261.	+16. 16	4217. 76.
	262	+16. 19.	4241. 8.
	263.	+16. 22.	4265. 86.
	264.	+16. 25.	4290. 00.
P.22.			
	265.	+16. 28.	4314. 20.
	266.	- 16. 30.	4335. 80.
	267.	- 16. 34.	4362. 78.
	268.	- 16. 37	4387. 16.
	269.	- 16. 40.	4411. 60.
	270.	- 16. 43.	4436. 10.
	271.	- 16. 46.	4460. 66.
	272.	- 16. 49.	4485. 28.
	273.	- 16. 52.	4509. 96.
	274.	- 16. 55.	4534. 70.
	275.	- 16. 58.	4559. 50.
	276.	- 16. 61.	4584. 36.
P.23.			
	277.	- 16. 64.	4609. 28.
	278.	- 16. 67.	4634. 26.
	279.	- 16. 70.	4659. 30.
	280.	- 16. 73.	4684. 40.
B.14.			
	281.	- 16. 76.	4709. 56.
	282.	- 16. 79.	4734. 78.
	283.	- 16. 82.	4760. 06.
	284.	--16. 85.	4785. 40.
	285.	- 16. 88.	4810. 80.
	286.	- 16. 91.	4836. 26.
	287.	- 16. 94	4861. 78.
	288.	- 16. 97.	4887. 36.
P.24.			
	289.	17. 00.	4913. 00.
	290.	+17. 03.	4938. 70.
	291.	+17. 06.	4964. 46.
	292.	+17. 09.	4990. 28.
	293.	+17. 12.	5016. 16.
	294.	+17. 15.	5042. 10.
	295.	+17. 18.	5068. 10.
	296.	+17. 20.	5091. 20.
	297.	- 17. 23.	5117. 31.
	298.	- 17. 26.	5143. 48.
	299.	- 17. 29.	5169. 71.
	300.	- 17. 32.	5196. 00.
P.25 B.15.			
	301.	+17. 35.	5222. 35.
	302.	+17. 38.	5248. 76.
	303.	+17. 41.	5275. 23.
	304.	+17. 44.	5301. 76.
	305.	- 17. 46.	5325. 30.
	306.	- 17. 49.	5351 94.
	307.	- 17. 52.	5378. 64.
	308.	+17. 55.	5405. 40.
	309.	+17. 58.	5432. 22.
	310.	+17. 61.	5459. 10.
	311.	+17. 64.	5486. 04.
	312.	--17. 66.	5509. 92.
P.26.			
	313.	- 17. 69.	5536. 97.
	314.	- 17. 73.	5567. 22.
	315.	+17. 75.	5591. 25.
	316.	+17. 78.	5618. 48.
	317.	- 17. 80.	5642. 60.
	318.	- 17. 83.	5669. 94.
	319	--17. 86.	5697. 34.
	320.	+17. 89.	5724. 80.
B.16.			

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	321.	+17.92.	5752.32.
	322.	- 17.94.	5776.68.
	323.	- 17.97.	5804.31.
	324.	18.00.	5832.00.
P.27.			
	325.	+18.03.	5859.75.
	326.	+18.06.	5887.56.
	327.	- 18.08.	5912.16.
	328.	--18.11.	5940.08.
	329.	+18.14.	5968.06.
	330.	+18.17.	5996.10.
	331.	- 18.19.	6020.89.
	332.	- 18.22.	6049.04.
	333.	+18.25.	6077.25.
	334.	+18.27.	6102.18.
	335.	- 18.30.	6130.50.
	336.	- 18.33	6158.88.
P.28.			
	337.	+18.36.	6187.32.
	338.	+18.38.	6212.44.
	339.	- 18.41	6240.99.
	340.	+18.44.	6269.60.
B.17.			
	341.	+18.47.	6298.27.
	342.	- 18.49.	6323.58.
	343.	- 18.52.	6352.36.
	344.	+18.55.	6381.20.
	345.	- 18.57.	6406.65.
	346.	- 18.60.	6435.60.
	347.	+18.63.	6464.61.
	348.	- 18.65.	6490.20.
P.29.			
	349.	- 18.68.	6519.32.
	350.	+18.71.	6548.50.
	351.	+18.74.	6577.74.
	352.	- 18.76.	6603.52.
	353.	+18.79.	6632.87.
	354.	+18.82.	6662.28.
	355.	- 18.84.	6688.20.
	356.	+18.87.	6717.72.
	357.	- 18.89.	6743.73.
	358.	- 18.92.	6773.36.
	359.	+18.95.	6803.05.
	360.	- 18.97.	6829.20.
P.30. B.18.			

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	361.	19.00.	6859.00.
	362.	+19.03.	6892.46.
	363.	- 19.05.	6918.75.
	364.	+19.08.	6948.72.
	365.	- 19.10.	6975.10
	366.	- 19.13.	7001.58
	367.	+19.16.	7031.72
	368.	- 19.18.	7058.24
	369.	+19.21.	7088.49.
	370.	+19.24.	7118.80.
	371.	- 19.26.	7145.46.
	372.	+19.29.	7175.88.
P.31.			
	373.	- 19.31.	7202.63.
	374	+19.34.	7233.16.
	375.	+19.37.	7263.75.
	376.	- 19.39.	7290.64.
	377.	+19.42.	7321.34.
	378.	- 19.44.	7348.32.
	379.	+19.47.	7379.13.
	380	- 19.49.	7406.20.
B.19.			
	381.	+19.52.	7437.12.
	382.	- 19.54	7464.28.
	383	- 19.57.	7495.31.
	384.	+19.60.	7526.40.
P.32.			
	385.	- 19.62.	7553.70.
	386.	+19.65.	7584.90.
	387.	- 19.67.	7612.29.
	388.	- 19.69.	7639.72.
	389.	+19.72.	7671.08.
	390.	+19.75.	7702.50.
	391.	- 19.77.	7730.07.
	392.	+19.80.	7761.60.
	393.	- 19.82.	7789.26.
	394.	+19.85.	7820.90.
	395.	- 19.87.	7848.65.
	396.	+19.90.	7880.40.
P.33.			
	397	- 19.92.	7908.24.
	398.	+19.95.	7940.10.
	399.	- 19.07.	7968.03.
	400.	20.00.	8000.00.
B.20.			

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	401.	- 20. 02.	8028. 02.
	402.	+ 20. 05.	8060. 10.
	403.	- 20. 07.	8088. 21.
	404.	+ 20. 10.	8120. 40.
	405.	- 20. 12.	8148. 60.
	406.	+ 20. 15.	8180. 90.
	407.	- 20. 17.	8209. 19.
	408.	+ 20. 20.	8241. 60.
P.34.			
	409.	- 20. 22.	8269. 98.
	410.	+ 20. 25.	8302. 50.
	411.	- 20. 27.	8330. 97.
	412.	+ 20. 30.	8363. 60.
	413.	- 20. 32.	8392. 16.
	414.	+ 20. 35.	8424. 90.
	415.	- 20. 37.	8453. 55.
	416.	+ 20. 40.	8486. 40.
	417.	- 20. 42.	8515. 14.
	418.	+ 20. 45.	8548. 10.
	419.	+ 20. 47.	8576. 93.
	420.	- 20. 49.	8605. 80.
P.35. B.21.			
	421.	+ 20. 52.	8638. 92.
	422.	- 20. 54.	8667. 88.
	423.	+ 20. 57.	8701. 11.
	424.	- 20. 59.	8730. 16.
	425.	+ 20. 62.	8763. 50.
	426.	+ 20. 64.	8792. 64.
	427.	- 20. 66.	8821. 82.
	428.	+ 20. 69.	8855. 32.
	429.	- 20. 71.	8884. 59.
	430.	+ 20. 74	8918. 20.
	431.	- 20. 76.	8947. 56.
	432.	- 20. 78.	8976. 96.
P.36.			
	433.	+ 20. 81.	9010. 73.
	434.	- 20. 83.	9040. 22.
	435.	+ 20. 86.	9074. 10.
	436.	- 20. 88.	9103. 68.
	437.	- 20. 90.	9133. 30.
	438.	+ 20. 93.	9167. 34.
	439.	- 20. 95.	9197. 05.
	440.	+ 20. 98.	9231. 20.
B.22.			

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	441.	21. 00.	9261. 00.
	442.	- 21. 02.	9290. 84.
	443.	+ 21. 05.	9325. 15.
	444.	- 21. 07.	9355. 08.
P.37.			
	445.	+ 21. 10.	9389. 50.
	446.	+ 21. 12.	9419. 52.
	447.	+ 21. 14.	9449. 58.
	448.	+ 21. 17.	9484. 16.
	449.	+ 21. 19.	9514. 31.
	450.	- 21. 21.	9544. 50.
	451.	+ 21. 24.	9579. 24.
	452.	- 21. 26.	9609. 52.
	453.	- 21. 28.	9639. 84.
	454.	+ 21. 31.	9674. 74.
	455.	- 21. 33.	9705. 15.
	456.	- 21. 35.	9735. 60.
P.38.			
	457.	+ 21. 38.	9770. 66.
	458.	- 21. 40.	9801. 20.
	459.	- 21. 42.	9831. 78.
	460.	+ 21. 45.	9867. 00.
B.23.			
	461.	- 21. 47.	9897. 67.
	462.	- 21. 49.	9928. 38.
	463.	+ 21. 52.	9963. 76.
	464.	- 21. 54.	9994. 56.
	465.	- 21. 56.	10025. 40.
	466.	+ 21. 59.	10060. 94.
	467.	- 21. 61.	10091. 87.
	468.	- 21. 63.	10122. 84.
P.39.			
	469.	+ 21. 66.	10158. 54.
	470.	+ 21. 68.	10189. 60.
	471.	- 21. 70.	10220. 70.
	472.	+ 21. 73.	10256. 56.
	473.	+ 21. 75.	10287. 75.
	474.	- 21. 77.	10318. 98.
	475.	+ 21. 79.	10350. 25.
	476.	+ 21. 82.	10386. 32.
	477.	- 21. 84.	10417. 68.
	478.	- 21. 86.	10449. 08.
	479.	+ 21. 89.	10485. 31.
	480.	+ 21. 91.	10516. 80.
P.40. B.24.			

Altezze.	Radici.	Prodotti.
481.	-21.93.	10548.33.
482.	-21.95.	10579.90.
483.	+21.98.	10616.34.
484.	22.00.	10648.00.
485.	-22.02.	10679.70.
486.	+22.05.	10716.30.
487.	+22.07.	10748.09.
488.	-22.09.	10779.92.
489.	-22.11.	10811.79.
490.	+22.14.	10848.60.
491.	+22.16.	10880.56.
492.	-22.18.	10912.56.
P.41.		
493.	-22.20.	10944.60.
494.	+22.23.	10981.62.
495.	+22.25.	11013.75.
496.	-22.27.	11045.92.
497.	-22.29.	11078.13.
498.	+22.32.	11115.36.
499.	+22.34.	11147.66.
500.	-22.36.	11180.00.
B.25.		
501.	-22.38.	11212.38.
502.	+22.41.	11249.82.
503.	+22.43.	11282.29.
504.	+22.45.	11314.80.
P.42.		
505.	-22.47.	11345.35.
506.	-22.49.	11379.94.
507.	+22.52.	11417.64.
508.	+22.54.	11450.32.
509.	-22.56.	11483.04.
510.	-22.58.	11515.80.
511.	+22.61.	11553.71.
512.	+22.63.	11586.56.
513.	+22.65.	11619.45.
514.	-22.67.	11652.38.
515.	-22.69.	11685.35.
516.	+22.72.	11723.52.
P.43.		
517.	+22.74.	11756.58.
518.	+22.76.	11789.68.
519.	-22.78.	11822.82.
520.	-22.80.	11856.00.
B.26.		

Altezze.	Radici.	Prodotti.
521.	+22.8 .	11894.43.
522.	+22.85.	11927.70.
523.	+22.87.	11961.01.
524.	-22.89.	11994.36.
525.	-22.91.	12027.75.
526.	-22.93.	12061.18.
527.	+22.96.	12099.92.
528.	+22.98.	12133.44.
P.44.		
529.	23.00.	12167.00.
530.	-23.02.	12200.60.
531.	-23.04.	12234.24.
532.	+23.07.	12273.24.
533.	+23.09.	12306.97.
534.	+23.11.	12340.74.
535.	-23.13.	12374.55.
536.	-23.15.	12408.40.
537.	-23.17.	12442.29.
538.	+23.20.	12481.60.
539.	+23.22.	12515.58.
540.	+23.24.	12549.60.
P.45. B.27.		
541.	+23.26.	12583.66.
542.	-23.28.	12617.76.
543.	-23.30.	12651.90.
544.	-23.32.	12686.08.
545.	+23.35.	12725.75.
546.	+23.37.	12760.02.
547.	+23.39.	12794.33.
548.	+23.41.	12828.68.
549.	-23.43.	12863.07.
550.	-23.45.	12897.50.
551.	-23.47.	12931.97.
552.	-23.49.	12966.48.
P.46.		
553.	+23.52.	13006.56.
554.	+23.54.	13041.16.
555.	+23.56.	13075.80.
556.	+23.58.	13110.48.
557.	-23.60.	13145.20.
558.	-23.62.	13179.96.
559.	-23.64.	13214.76.
560.	-23.66.	13249.60.
B.28.		

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	561.	+23.69.	13290.09.
	562.	+23.71.	13325.02.
	563.	+23.73.	13359.99.
	564.	+23.75.	13395.00.
P.47.			
	565.	+23.77.	13430.05.
	566.	-23.79.	13465.14.
	567.	-23.81.	13500.27.
	568.	-23.83.	13535.44.
	569.	-23.85.	13570.65.
	570.	-23.87.	13605.90.
	571.	+23.90.	13646.90.
	572.	+23.92.	13682.24.
	573.	+23.94.	13717.62.
	574.	+23.96.	13753.04.
	575.	+23.98.	13788.50.
	576.	24.00.	13824.00.
P.48.			
	577.	-24.02.	13859.54.
	578.	-24.04.	13895.12.
	579.	-24.06.	13930.74.
	580.	-24.08.	13966.40.
B.29.			
	581.	-24.10.	14002.10.
	582.	-24.12.	14037.84.
	583.	+24.15.	14079.45.
	584.	+24.17.	14115.28.
	585.	+24.19.	14151.15.
	586.	+24.21.	14187.06.
	587.	+24.23.	14223.01.
	588.	+24.25.	14259.00.
P.49.			
	589.	+24.27.	14295.03.
	590.	+24.29.	14331.10.
	591.	-24.31.	14367.21.
	592.	-24.33.	14403.36.
	593.	-24.35.	14439.55.
	594.	-24.37.	14475.78.
	595.	-24.39.	14512.05.
	596.	-24.41.	14548.36.
	597.	-24.43.	14584.71.
	598.	-24.45.	14621.10.
	599.	-24.47.	14657.53.
	600.	-24.49.	14694.00.
P.50. B.30.			

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	601.	+24.52.	14736.52.
	602.	+24.54.	14773.08.
	603.	+24.56.	14809.68.
	604.	+24.58.	14846.32.
	605.	+24.60.	14883.00.
	606.	+24.62.	14919.72.
	607.	+24.64.	14956.48.
	608.	+24.66.	14993.28.
	609.	+24.68.	15030.12.
	610.	+24.70.	15067.00.
	611.	+24.72.	15103.92.
	612.	+24.74.	15140.88.
B.51.			
	613.	+24.76.	15177.88.
	614.	+24.78.	15214.92.
	615.	+24.80.	15252.00.
	616.	+24.82.	15289.12.
	617	+24.84.	15326.28.
	618.	+24.86	15363.48.
	619.	+24.88.	15400.72.
	620.	+24.90.	15438.00.
B.31.			
	621.	+24.92.	15475.32.
	622.	+24.94.	15512.68.
	623.	+24.96.	15550.08.
	624.	+24.98.	15587.52.
P.52.			
	625.	25.00.	15625.00.
	626.	+25.02.	15662.52.
	627.	+25.04.	15700.08.
	628.	+25.06.	15737.68.
	629.	+25.08.	15775.22.
	630.	+25.10.	15813.00.
	631.	+25.12.	15850.72.
	632.	+25.14.	15888.48.
	633.	+25.16.	15926.28.
	634.	+25.18.	15964.12.
	635.	+25.20.	16002.00.
	636.	+25.22.	16039.92.
P.53.			
	637.	+25.24.	16077.88.
	638.	+25.26.	16115.88.
	639.	+25.28.	16153.92.
	640.	+25.30.	16192.00.
B.32.			

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	641.	+25. 32.	16230. 12.
	642.	+25. 34.	16268. 28.
	643.	+25. 36.	16306. 48.
	644.	+25. 38.	16344. 72.
	645.	+25. 40.	16383. 00.
	646.	+25. 42.	16421. 32.
	647.	+25. 44.	16459. 68.
	648.	+25. 46.	16498. 08.
P. 54.			
	649.	+25. 48.	16536. 52.
	650.	+25. 50.	16575. 00.
	651.	-25. 51.	16607. 01.
	652.	-25. 53.	16645. 56.
	653.	-25. 55.	16684. 15.
	654.	-25. 57.	16722. 78.
	655.	-25. 59.	16761. 45.
	656.	-25. 61.	16800. 16.
	657.	-25. 63.	16832. 91.
	658.	-25. 65.	16877. 70.
	659.	-25. 67.	16916. 53.
	660.	-25. 69.	16955. 40.
P. 55. B. 33.			
	661.	+25. 71.	16994. 31.
	662.	+25. 73.	17033. 26.
	663.	+25. 75.	17072. 25.
	664.	+25. 77.	17111. 28.
	665.	+25. 79.	17150. 35.
	666.	+25. 81.	17189. 46.
	667.	+25. 83.	17228. 61.
	668.	+25. 85.	17267. 80.
	669.	+25. 87.	17307. 03.
	670.	-25. 88.	17339. 60.
	671.	-25. 90.	17378. 90.
	672.	-25. 92.	17418. 24.
P. 56.			
	673.	-25. 94.	17457. 62.
	674.	-25. 96.	17497. 04.
	675.	-25. 98.	17536. 50.
	676.	25. 00.	17576. 00.
	677.	+26. 02.	17615. 54.
	678.	+26. 04.	17655. 12.
	679.	+26. 06.	17694. 74.
	680.	+26. 58.	17734. 40.
B. 34.			

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	681.	+26. 10.	17774. 10.
	682.	+26. 12.	17813. 84.
	683.	-26. 13.	17846. 79.
	684.	-26. 15.	17886. 60.
P. 57.			
	685.	-26. 17.	17926. 45.
	686.	-26. 19.	17966. 34.
	687.	-26. 21.	18006. 27.
	688.	+26. 23.	18046. 24.
	689.	+26. 25.	18086. 25.
	690.	+26. 27.	18126. 30.
	691.	+26. 29.	18166. 39.
	692.	+26. 31.	18206. 52.
	693.	-26. 32.	18239. 76.
	694.	-26. 34.	18279. 96.
	695.	-26. 36.	18320. 20.
	696.	-26. 38.	18360. 48.
P. 58.			
	697.	-26. 40.	18400. 80.
	698.	+26. 42.	18441. 16.
	699.	+26. 44.	18481. 56.
	700.	+26. 46.	18522. 00.
B. 35.			
	701.	+26. 48.	18562. 48.
	702.	+26. 50.	18603. 00.
	703.	-26. 51.	18636. 53.
	704.	-26. 53.	18677. 12.
	705.	-26. 55.	18717. 75.
	706.	-26. 57.	18758. 42.
	707.	+26. 59.	18799. 13.
	708.	+26. 61.	18839. 88.
P. 59.			
	709.	+26. 63.	18880. 67.
	710.	+26. 65.	18921. 50.
	711.	-26. 66.	18955. 26.
	712.	-26. 68.	18996. 16.
	713.	-26. 70.	19037. 10.
	714.	-26. 72.	19078. 08.
	715.	+26. 74.	19119. 10.
	716.	+26. 76.	19160. 16.
	717.	+26. 78.	19201. 26.
	718.	+26. 80.	19242. 40.
	719.	-26. 81.	19276. 39.
	720.	-26. 83.	19317. 60.
P. 60. B. 36.			

	Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
	721	-26.85.	19358.85.
	722.	-26.87.	19400.14.
	723.	+26.89.	19441.47.
	724.	+26.91.	19442.84.
	725.	+26.93.	19524.25.
	726.	-26.94.	19558.44.
	727.	-26.96.	19599.92.
	728.	-26.98.	19641.44.
	729.	27.00.	19683.00.
	730.	+27.02.	19724.60.
	731.	+27.04.	197[illegible]6.24.
	732.	+27.06.	19807.92.
P. 61.			
	733.	-27.[illegible]7.	19842.31.
	734.	-27.09.	19884.06.
	735	-27.11.	19925.85.
	736.	+27.13.	19967.68.
	737.	+27.15.	20009.55.
	738.	+27.17.	20051.46.
	739.	-27.18.	20086.02.
	740.	-27.20.	20128.00.
B. 37.			
	741.	-27.22	20170.02.
	742.	+27.24.	20212.08.
	743.	+27.26.	20254.18.
	744.	+27.28.	20296.32.
P. 62.			
	745.	-27.29.	20331.05.
	746.	-27.31.	20373.26.
	747.	-27.33.	20415.51.
	748.	+27.35.	20457.80.
	749.	+27.37.	20500.13.
	750.	+27.39.	20542.50.
	751.	-27.40.	20577.40.
	752.	-27.42.	20619.84.
	753.	-27.4[illegible].	20662.32.
	754.	+27.46.	20704.84.
	755.	+27.48.	20747.40.
	756.	-27.49.	20782.44.
P. 63.			
	757.	-27.51.	20825.07.
	758.	-27.53.	20867.74.
	759.	+27.55.	20910.45.
	760.	+27.57.	20953.20.
B. 38.			

	Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
	761.	+27.59.	20995.99.
	762.	-27.60.	21031.20.
	763.	-27.62.	21074.06.
	764.	-27.64.	21116.96.
	765.	+27.66.	21159.90.
	766.	+27.68.	21202.88.
	767.	-27.69.	21238.23.
	768.	-27.71.	21281.28.
P. 64.			
	769.	-27.73.	21324.37.
	770.	+27.75.	21367.50.
	771	+27.77	21410.67.
	772.	+27.79.	21453.88.
	773.	-27.80.	21489.40.
	774.	-27.82.	21532.68.
	775.	+27.84.	21576.00.
	776.	+27.86.	21620.36.
	777.	-27.87.	21654.99.
	778.	-27.88.	21690.64.
	779.	-27.91.	21141.89.
	780.	+27.93.	21785.40.
P. 65. B. 39.			
	781.	+27.95.	21828.95.
	782.	-27.96.	21864.72.
	783.	-27.98.	21908.34.
	784.	28.00.	21952.00.
	785.	+28.02	21995.70.
	786.	+28.04.	22039.44.
	787.	+28.05.	22075.35.
	788.	-28.07.	22119.16.
	789.	+28.09.	22163.01.
	790.	+28.11.	22206.90.
	791.	-28.12.	22242.92.
	792.	-28.14.	22286.88.
P. 66.			
	793.	-28.16.	22330.88.
	794.	+28.18.	22374.92.
	795.	+28.20.	22419.00.
	796.	-28.21.	22455.16.
	797.	-28.23.	22499.31.
	798.	+28.25.	22543.50.
	799.	+28.27	22587.73.
	800.	-28.28.	22624.00.
B. 40.			

Altezze.	Radici.	Prodotti.
801.	- 28. 30.	22668. 30.
802.	+28. 32.	22712. 64.
803.	+28. 34.	22757. 02.
804.	- 28. 35.	22793. 40.
P.67.		
805.	- 28. 37.	22831. 85.
806.	- 28. 39.	22882. 34.
807.	+28. 41.	22926. 87.
808.	+28. 43.	22971. 44.
809.	- 28. 44.	23007. 96.
810.	- 28. 46.	23052. 60.
811.	+28. 48.	23097. 28.
812.	+28. 50.	23142. 00.
813.	- 28. 51.	23178. 63.
814.	- 28. 53.	23223. 42.
815.	+28. 55.	23268. 25.
816.	+28. 57.	23313. 12.
P.68.		
817.	- 28. 58.	23349. 86.
818.	- 28. 60.	23394. 80.
819.	+28. 62.	23439. 78.
820.	+28. 64.	23484. 80.
B.41.		
821.	- 28. 65.	23521. 65.
822.	- 28. 67.	23566. 74.
823.	+28. 69.	23611. 87.
824.	+28. 71.	23657. 04.
825.	- 28. 72.	23694. 00.
826.	- 28. 74.	23739. 24.
827.	+28. 76.	23784. 52.
828.	- 28. 77.	23821. 56.
P.69.		
829.	- 28. 79.	23866. 91.
830.	+28. 81.	23912. 30.
831.	+28. 83.	23957. 73.
832.	- 28. 84.	23994. 88.
833.	- 28. 86.	24040. 38.
834.	+28. 88.	24085. 92.
835.	+28. 90.	24131. 50.
836.	- 28. 91.	24168. 76.
837.	- 28. 93.	24214. 41.
838.	+28. 95.	24260. 10.
839.	+28. 97.	24305. 83.
P.70. B.42. 840.	- 28. 98.	24343. 20.

Altezze.	Radici.	Prodotti.
841.	29. 00.	24389. 00.
842.	+29. 02.	24434. 84.
843.	- 29. 03.	24472. 29.
844.	- 29. 05.	24518. 20.
845.	+29. 07.	24564. 15.
846.	+29. 09.	24610. 14.
847.	- 29. 10.	24647. 70.
848.	- 29. 12.	24693. 76.
849.	+29. 14.	24739. 86.
850.	- 29. 15.	24777. 50.
851.	- 29. 17.	24823. 67.
852.	+29. 19.	24869. 88.
P.71.		
853.	+29. 21.	24916. 13.
854.	- 29. 22.	24953. 88.
855.	- 29. 24.	25000. 20.
856.	+29. 26.	25046. 56.
857.	- 29. 27.	25084. 39.
858.	- 29. 29.	25130. 82.
859.	+29. 31.	25177. 29.
860.	+29. 33.	25223. 80.
B.43.		
861.	- 29. 34.	25261. 74.
862.	+29. 36.	25308. 32.
863.	+29. 38.	25354. 94.
864.	- 29. 39.	25392. 96.
P.72.		
865.	- 29. 41.	25439. 65.
866.	+29. 43.	25486. 38.
867.	- 29. 44.	25524. 48.
868.	- 29. 46.	25571. 28.
869.	+29. 48.	25618. 12.
870.	+29. 50.	25665. 00.
871.	- 29. 51.	25703. 21.
872.	+29. 53.	25759. 16.
873.	+29. 55.	25797. 15.
874.	- 29. 56.	25835. 44.
875.	- 29. 58.	25882. 50.
876.	+29. 60.	25929. 60.
P.73.		
877.	- 29. 61.	25967. 97.
878.	- 29. 63.	26015. 14.
879.	+29. 65.	26062. 35.
880.	- 29. 66.	26100. 80.
B. 44.		

	Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
	881.	- 29. 68.	26148. 08.
	882.	+ 29. 70.	26195. 40.
	883.	+ 29. 72.	26242. 76.
	884.	- 29. 73.	26281. 32.
	885.	+ 29. 75.	26328. 75.
	886.	+ 29. 77.	26376. 22.
	887.	- 29. 78.	26414. 86.
	888.	+ 29. 80.	26462. 40.
P.74.			
	889.	+ 29. 82.	26509. 98.
	890.	- 29. 83.	26548. 70.
	891.	+ 29. 85.	26596. 35.
	892.	+ 29. 87.	26644. 04.
	893.	- 29. 88.	26682. 84.
	894.	+ 29. 90.	26730. 60.
	895.	+ 29. 92.	26778. 40.
	896.	- 29. 93.	26817. 28.
	897.	+ 29. 95	26865. 15.
	898.	+ 29. 96.	26904. 08.
	899.	- 29. 98.	26952. 02.
P.75.	900.	30. 00.	27000. 00.
B.45.			
	901.	+ 30. 02	27048. 02.
	902.	- 30. 03.	27087. 06.
	903.	+ 30. 05.	[illegible]7135. 15.
	904.	+ 30. 07.	[illegible]7183. 28.
	90[illegible].	- 30. 08.	27222. 40.
	906.	+ 30. 10.	27270. 60.
	907.	+ 30. 12.	27318. 84.
	908.	- 30. 13.	27358. 04.
	909	+ 30. 15.	27406. 35.
	910.	+ 30. 17.	27454. 70.
	911	- 30. 18.	27493. 98.
	912.	+ 30. 20.	27542. 40.
P.76.			
	913.	+ 30. 22.	27590. 86.
	914.	- 30. 23.	27630. 22.
	915.	+ 30. 25.	27678. 75.
	916.	+ 30. 27.	27727. 32.
	917.	- 30. 28.	27766. 76.
	918.	+ 30. 30.	27815. 40.
	919.	+ 30. 32.	27864. 08.
	920.	- 30. 33.	27903. 60.
P. 46.			

	Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
	921.	+ 30. 35.	27952. 35.
	922.	- 30. 36.	27991. 92.
	923.	- 30. 38.	28040. 74.
	924.	+ 30. 40.	28089. 60.
P.77.			
	925.	- 30. 41.	28129. 25.
	926.	- 30. 43.	28178. 18.
	927.	+ 30. 45	28227. 15.
	928.	- 30. 46.	28266. 88.
	929.	+ 30. 48.	28315. 92.
	930.	+ 30. 50.	28365. 00.
	931.	- 30. 51.	28404. 87.
	932.	+ 30. 53.	28453. 96.
	933.	+ 30. 55.	28503. 15.
	934.	- 30. 56.	28543. 04.
	935.	+ 30. 58.	28592. 30.
	936.	- 30. 59.	28632. 24.
P.78.			
	937.	- 30. 61.	28681. 57.
	938.	+ 30. 63.	28730. 94.
	939.	- 30. 64.	28770. 96.
	940.	+ 30. 66.	28820. 40.
B.47.			
	941.	+ 30. 68.	28869. 88.
	942.	- 30. 69.	28909. 98.
	943.	+ 30. 71.	28959. 53.
	944.	- 30. 72.	28999. 68.
	945.	- 30. 74.	29049. 30.
	946.	+ 30. 76.	29098. 96.
	947.	- 30. 77.	29139. 19.
	948.	+ 30. 79.	29188. 92.
P.79.			
	949.	+ 30. 81.	29238. 69.
	950.	- 30. 82.	29279. 00.
	951.	+ 30. 84.	29328. 84.
	952.	- 30. 85.	29369. 20.
	953.	- 30. 87.	29419. 11.
	954.	+ 30. 89.	29469. 06.
	955.	- 30. 90.	29509. 05.
	956.	+ 30. 92.	29559. 52.
	957	+ 30. 94.	29609. 58.
	958.	- 30. 95.	29650. 10.
	959.	+ 30. 97.	2970[illegible]. 23.
P.80.	960.	- 30. 98.	29740. 80.
B.48.			

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	961.	31.00.	29791.00.
	962.	+31.02.	29841.24.
	963.	-31.03.	29881.89.
	964.	+31.05.	29932.20.
	965.	-31.06.	29972.90.
	966.	-31.08.	30023.28.
	967.	+31.10.	30073.70.
	968.	-31.11.	30114.48.
	969.	+31.13.	30164.97.
	970.	-31.14.	30205.80.
	971.	+31.16.	30256.36.
	972.	-31.17.	30297.24.
P.81.			
	973.	-31.19.	30347.87.
	974.	+31.21.	30398.54.
	975.	-31.22.	30439.50.
	976.	-31.24.	30490.24.
	977.	+31.26.	30541.02.
	978.	-31.27.	30582.06.
	979.	+31.29.	30632.91.
	980.	-31.30.	30674.00.
B. 9.			
	981.	-31.32.	30724.92.
	982.	+31.34.	30775.88.
	983.	-31.35.	30817.05.
	984.	+31.37.	30868.08.
P.82.			
	985.	-31.38.	30909.30.
	985.	-31.40.	30960.40.
	987.	+31.42.	31011.54.
	988.	-31.43.	31052.84.
	989.	+31.45.	31104.05.
	990.	-31.46.	31145.40.
	991.	-31.48.	31196.68.
	992.	+31.50.	31248.00.
	993.	-31.51.	31289.43.
	994.	+31.53.	31340.82.
	995.	-31.54.	31382.30.
	996.	+31.56.	31433.76.
P.83.			
	997.	+31.58.	31485.26.
	998.	-31.59.	31526.82.
	999.	+31.61.	31578.39.
	1000.	-31.62.	31620.00.
B.50.			

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	1001.	+31.64.	31671.64.
	1002.	-31.65.	31713.30.
	1003.	-31.67.	31765.01.
	1004.	+31.69.	31816.76.
	1005.	-31.70.	31858.50.
	1006.	+31.72.	31910.32.
	1007.	-31.73.	31952.11.
	1008.	+31.75.	32004.00.
P.84.			
	1009.	-31.76.	32045.84.
	1010.	-31.78.	32097.80.
	1011.	+31.80.	32149.80.
	1012.	-31.81.	32191.72.
	1013.	-31.83.	32243.79.
	1014.	-31.84.	32285.76.
	1015.	+31.86.	32337.90.
	1016.	-31.87.	32379.92.
	1017.	-31.89.	32432.13.
	1018.	+31.91.	32484.38.
	1019.	-31.92.	32526.48.
	1020.	+31.94.	32578.80.
P.85. B.51.			
	1021.	-31.95.	32620.95.
	1022.	+31.97.	32673.34.
	1023.	-31.98.	[illegible]2715.54.
	1024.	32.00.	32768.00.
	1025.	+32.02.	32820.50.
	1026.	-32.03.	32862.78.
	1027.	+32.05.	32915.35.
	1028.	-32.06.	32957.68.
	1029.	+32.08.	33010.32.
	1030.	-32.09.	33052.70.
	1031.	+32.11.	33105.41.
	1032.	-32.12.	33147.84.
P.86.			
	1033.	-32.14.	33200.62.
	1034.	+32.16.	33253.44.
	1035.	-32.17.	33295.95.
	1036.	+32.19.	33348.84.
	1037.	-32.20.	33391.40.
	1038.	+32.22.	33444.36.
	1039.	-32.23.	33486.97.
	1040.	+32.25.	33540.00.
B.52.			

	Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
	1041.	- 32. 26.	33582. 66.
	1042.	- 32. 28.	33635. 76.
	1043.	+32. 30.	33688. 90.
	1044.	- 32. 31.	33731. 64.
P.87.			
	1045.	+32. 33.	33784. 85.
	1046.	- 32. 34.	33827. 64.
	1047.	+32. 36.	33880. 92.
	1048.	- 32. 37.	;3923. 76.
	1049.	+32. 39.	33977. 11.
	1050.	- 32. 40.	34020. 00.
	1051.	+32. 42.	14073. 42.
	1052.	- 32. 43.	34116. 36.
	1053.	+32. 45.	4169. 85.
	1054.	+32. 47.	34223. 38.
	1055.	- 32. 48.	34266. 40.
	1056.	+32. 50.	34320. 00.
P.88.			
	1057.	- 32. 51.	34363. 07.
	1058.	+32. 53.	34416. 74.
	1059.	- 32. 54.	34459. 86.
	1060.	+32. 56.	34513. 60.
B.53.			
	1061.	- 32. 57.	34556. 77.
	1062.	+32. 59.	34610. 58.
	1063.	- 32. 60.	34653. 80.
	1064.	+32. 62.	34707. 68.
	1065.	- 32. 63.	34750. 95.
	1066.	+32. 65.	34804. 90.
	1067.	- 32. 66.	34848. 22.
	1068.	- 32. 68.	34902. 24.
P.89.			
	1069.	+32. 70.	34956. 30.
	1070.	- 32. 71.	34999. 70.
	1071.	+32. 73.	35053. 83.
	1072.	- 32. 74.	35097. 28.
	1073.	+32. 76.	35151. 48.
	1074.	- 32. 77.	35194. 98.
	1075.	+32. 79.	35249. 25.
	1076.	- 32. 80.	35292. 80.
	1077.	+32. 82.	35347. 14.
	1078.	- 32. 83.	35390. 74.
	1079.	+32. 85.	35445. 15.
P.90.	1080.	- 32. 86.	35488. 80.
B.54.			
	1081.	+32. 88.	35543. 28.
	1082.	- 32. 89.	35586. 98.
	1083.	+32. 91.	35641. 53.
	1084.	- 32. 92.	35685. 28.
	1085.	+32. 94.	35739. 90.
	108	- 32. 95.	35783. 70.
	1087.	+32. 97.	35838. 39.
	1088.	- 32. 98.	35882. 24.
	1089.	33. 00.	35937. 00.
	1090.	+33. 02.	35991. 80.
	1091.	- 33. 03.	36035. 73.
	1092.	+33. 05.	36090. 60.
P.91.			
	1093.	- 33. 06.	36134. 58.
	1094.	+33. 08.	36189. 52.
	1095.	- 33. 09.	36233. 55.
	1096.	+33. 11.	36288. 56.
	1097.	- 33. 12.	36332. 64.
	1098.	+33. 14.	36387. 72.
	1099.	- 33. 15.	36431. 85.
	1100.	+33. 17.	36487. 00.
B.55.			
	1101.	- 33. 18.	36531. 18.
	1102.	+33. 20.	36586. 40.
	1103.	- 33. 21.	36630. 63.
	1104.	+33. 23.	36685. 92.
P.92.			
	1105.	- 33. 24.	36730. 20.
	1106.	+33. 26.	36785. 56.
	1107.	- 33. 27.	36829. 89.
	1108.	+33. 29.	36885. 32.
	1109.	- 33. 30.	36929. 70.
	1110.	+33. 32.	36985. 20.
	1111.	- 33. 33.	37029. 63.
	1112.	+33. 35.	37085. 20.
	1113.	- 33. 36.	37129. 68.
	1114.	+33. 38.	37185. 32.
	1115.	- 33. 39.	37229. 85.
	1116.	+33. 41.	37285. 56.
P.93.			
	1117.	- 33. 42.	37330. 14.
	1118.	+33. 44.	37385. 92.
	1119.	- 33. 45.	37430. 55.
	1120.	+33. 47.	37486. 40.
B.56.			

	Altezze	*Radici*	*Prodotti*
	1121.	-33.48.	37531.08.
	1122.	+33.50.	37587.00.
	1123.	-33.51.	37631.73.
	1124.	+33.53	37687.72.
	1125.	-33.54.	37732.50.
	1126.	+33.56.	37788.56.
	1127.	-33.57.	37833.39.
	1128.	+33.59.	37889.52.
P.94.			
	1129.	-33.60.	37934.40.
	1130.	+33.62.	37990.60.
	1131.	-33.63.	38035.53.
	1132.	+33.65.	38091.80.
	1133.	-33.66.	38136.78.
	1134.	-33.67.	38181.78.
	1135.	+33.69.	38238.15.
	1136.	-33.70.	38283.20.
	1137.	+33.72.	38339.64.
	1138.	-33.73.	38384.74.
	1139.	+33.75.	38441.25.
	1140.	-33.76.	38486.40.
P.95. B.57.			
	1141.	+33.78.	38542.98.
	1142.	-33.79.	38588.18.
	1143.	+33.81.	38644.85.
	1144.	-33.82.	38690.02.
	1145.	+33.84.	38746.80.
	1146.	-33.85.	38792.10.
	1147.	+33.87.	38848.89.
	1148.	-33.88.	38894.24.
	1149.	+33.90.	38951.10.
	1150.	-33.91.	38996.50.
	1151.	+33.93.	39053.43.
	1152.	-33.94.	39098.88.
P.96.			
	1153.	+33.96.	39155.88.
	1154.	-33.97.	39201.38.
	1155.	+33.99.	39258.45.
	1156.	34.00.	39304.00.
	1157.	-34.01.	39349.57.
	1158.	+34.03.	39406.74.
	1159.	-34.04.	39452.36.
	1160.	+34.06.	39509.60.
P.58.			

	Altezze	*Radici*	*Prodotti*
	1161.	-34.07.	39555.27.
	1162.	+34.09.	39612.58.
	1163.	-34.10.	39658.30.
	1164.	+34.12.	39715.68.
P.97.			
	1165.	-34.13.	39761.45.
	1166.	+34.15.	39818.90.
	1167.	-34.16.	39864.72.
	1168.	+34.18.	39922.24.
	1169.	-34.19.	39968.11.
	1170.	+34.21.	40025.70.
	1171.	+34.22.	40071.62.
	1172.	-34.23.	40117.56.
	1173.	+34.25.	40175.25.
	1174.	-34.26.	40221.24.
	1175.	+34.28.	40279.00.
	1176.	-34.29.	40325.04.
P.98.			
	1177.	+34.31.	40382.87.
	1178.	-34.32.	40428.96.
	1179.	+34.34.	40486.86.
	1180.	-34.35.	40533.00.
B.59.			
	1181.	+34.37.	40590.97.
	1182.	-34.38.	0637.16.
	1183.	-34.39.	40683.37.
	1184.	+34.41.	40741.44.
	1185.	-34.42	40787.70
	1186	+34.44	40845.84
	1187.	-34.45.	40892.15
	1188.	+34.47.	40950.36.
P.99.			
	1189.	-34.48.	40996.72.
	1190.	+34.50.	41055.00.
	1191.	-34.51.	41101.41.
	1192.	+34.53.	41159.76.
	1193.	+34.54.	41206.22.
	1194.	-34.55.	41252.70.
	1195.	+34.57.	41311.15.
	1196.	-34.58.	41357.68.
	1197.	+34.60.	41416.20.
	1198.	-34.61.	41462.78.
	1199.	+34.63.	41521.37.
P.100. B.60.	1200.	-34.64.	41568.00.

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	1201.	+34. 66.	41626. 66.
	1202.	+34. 67.	41673. 34.
	1203.	+34. 68.	41720. 04.
	1204.	+34. 70.	41778. 80.
	1205.	- 34. 71.	41825. 55.
	1206.	+34. 73.	41884. 38.
	1207.	- 34. 74.	41931. 18.
	1208.	+34. 76.	41990. 08.
	1209.	- 34. 77.	42036. 93.
	1210.	+34. 79.	42095. 90.
	1211.	+34. 80.	42142. 80.
	1212.	- 34. 81.	42189. 72.
P.101.			
	1213.	+34. 83.	42248. 79.
	1214.	- 34. 84.	42295. 76.
	1215.	+34. 86.	42354. 90.
	1216.	+34. 87.	42401. 92.
	1217.	+34. 89.	42461. 13.
	1218.	+34. 90.	42508. 20.
	1219.	- 34. 91.	42555. 29.
	1220.	+34. 93.	42614. 60.
B.61.			
	1221.	- 34. 94.	42661. 74.
	1222.	+34. 96	42721. 12.
	1223.	- 34. 97.	42768. 31.
	1224.	+34. 99.	42827. 76.
P.102.			
	1225.	35. 00.	42875. 00.
	1226.	- 35. 01.	42922. 26.
	1227.	+35. 03.	42981. 81.
	1228.	- 35. 04.	43029. 12.
	1229.	+35. 06.	43088. 74.
	1230.	- 35. 07.	43136. 10.
	1231.	+35. 09.	43195. 79.
	1232.	+35. 10.	43243. 20.
	1233.	- 35. 11.	43290. 63.
	1234.	+35. 13.	43350. 42.
	1235.	- 35. 14.	43397. 90.
	1236.	+35. 16.	43457. 76.
P.103.			
	1237.	- 35. 17.	43515. 29.
	1238.	+35. 19.	43565. 22.
	1239.	+35. 20.	43612. 80.
	1240.	- 35. 21.	43660. 40.
B.62.			

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	1241.	+35. 23.	43720. 43.
	1242.	- 35. 24.	43768. 08.
	1243.	+35. 26.	43828. 18.
	1244.	- 35. 27.	43875. 88.
	1245.	- 35. 28.	43923. 60.
	1246.	+35. 30.	43983. 80.
	1247.	- 35. 31.	44031. 57.
	1248.	+35. 33.	44091. 84.
P.104.			
	1249.	- 35. 34.	44139. 66.
	1250.	+35. 86.	44200. 00.
	1251.	+35. 37.	44247. 87.
	1252.	- 35. 38.	44295. 76.
	1253.	+35. 40.	44356. 20.
	1254.	- 35. 41.	44404. 14.
	1255.	+35. 43.	44464. 65.
	1256.	- 35. 44.	44512. 64.
	1257.	- 35. 45.	44560. 65.
	1258.	+35. 47.	44621. 26.
	1259.	- 35. 48.	44669. 32.
	1260.	+35. 50.	44730. 00.
P. 105. B. 63.			
	1261.	- 35. 51.	44778. 11.
	1262.	- 35. 52.	44826. 24.
	1263.	+35. 54.	44887. 02.
	1264.	- 35. 55.	44935. 20.
	1265.	+35. 57.	44996. 05.
	1266.	- 35. 58.	45044. 28.
	1267.	- 35. 59.	45092. 53.
	1268.	+35. 61.	45153. 48.
	1269.	- 35. 62.	45201. 78.
	1270.	+35. 64.	45262. 80.
	1271.	- 35. 65.	45311. 15.
	1272.	+35. 67.	45372. 24.
P.106.			
	1273.	+35. 68.	45420. 64.
	1274.	- 35. 69.	45469. 06.
	1275.	+35. 71.	45530. 25.
	1276.	- 35. 72.	45578. 72.
	1277.	+35. 74.	45639. 98.
	1278.	+35. 75.	45688. 50.
	1279.	- 35. 76.	45737. 04.
	1280.	+35. 78.	45798. 40.
B.64.			

Altezze.	Radici.	Prodotti.
1281.	-35.79.	45846.99.
1282.	+35.81.	45908.42.
1283.	+35.82.	45957.06.
1284.	-35.83.	46005.72.
P.107.		
1285.	+35.85.	46067.25.
1286.	-35.86.	46115.96.
1287.	-35.87.	46164.69.
1288.	+35.89.	46226.32.
1289.	-35.90.	46275.10.
1290.	+35.92.	46336.80.
1291.	-35.93.	46385.63.
1292.	-35.94.	46434.48.
1293.	+35.96.	46496.28.
1294.	-35.97.	46545.18.
1295.	+35.99.	46607.05.
1296.	36.00.	46656.00.
P.108.		
1297.	-36.01.	46704.97.
1298.	+36.03.	46766.94.
1299.	-36.04	46815.96.
1300.	+36.06.	46878.00.
B.65.		
1301.	+36.07.	46927.07.
1302.	-36.08.	46976.16.
1303.	+36.10.	47038.30.
1304.	-36.11.	47087.44.
1305.	+36.13.	47149.65.
1306.	+36.14	47198.84.
1307.	-36.15.	47248.05.
1308.	+36.17.	47310.36.
P.109.		
1309.	-36.18.	47359.62.
1310.	-36.19.	47408.90.
1311.	+36.21.	47471.31.
1312.	-36.22.	47520.64.
1313.	+36.24	47583.12.
1314.	+36.25.	47632.50.
1315.	-36.26.	47681.90.
1316.	+36.28.	47744.48.
1317.	-36.20.	47793.93.
1318.	-36.30.	47843.40.
1319.	+36.32.	47906.08.
1320.	-36.33.	47955.60.
P.110. B. 66.		

Altezze.	Radici.	Prodotti.
1321.	+36.35.	48018.35
1322.	+36.36.	48067.92
1323.	-36.37.	48117.51.
1324.	+36.39.	48180.36.
1325.	-36.40.	48230.00.
1326.	-36.41.	48279.66.
1327.	+36.43.	48342.61.
1328.	-36.44.	48392.32.
1329.	+36.46.	48455.34.
1330.	+36.47.	48505.10.
1331.	-36.48.	48554.88.
1332.	+36.50.	48618.00.
P.111.		
1333.	-36.51.	48667.83.
1334.	-36.52.	48717.68.
1335.	+36.54.	48780.90.
1336.	+36.55.	48830.80.
1337.	+36.57.	48894.09.
1338.	+36.58.	48944.04.
1339.	-36.59.	48994.01.
1340.	+36.61.	49057.40.
B.67.		
1341.	+36.62.	49107.42.
1342.	-36.63.	49157.46.
1343.	+36.65.	49220.95.
1344.	-36.66.	49271.04.
P.112.		
1345.	-36.67.	49321.15.
1346.	+36.69.	49384.74.
1347.	-36.70.	49434.90.
1348.	-36.71.	49485.08.
1349.	+36.73.	49548.77.
1350.	-36.74.	49599.00.
1351.	+36.76.	49662.76.
1352.	+36.77.	49713.04.
1353.	-36.78.	49763.34.
1354.	+36.80.	49827.20.
1355.	-36.81.	49877.55.
1356.	-36.82.	49927.92.
P.113.		
1357.	+36.84	49991.88.
1358.	-36.85.	50042.30.
1359.	-36.86.	50092.74.
1360.	+36.88.	50156.80.
B.68.		

Al-

	Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
	1361.	- 36. 89.	50207. 29.
	1362.	+36. 91.	50271. 42.
	1363.	+36. 92.	50321. 96.
	1364.	- 36. 93.	50372. 52.
	1365.	+36. 95.	50436. 75.
	1366.	+36. 96.	50487. 36.
	1367.	+36. 97.	50537. 99.
	1368.	+36. 99.	50602. 32.
P.114.			
	1369.	37. 00.	50653. 00.
	1370.	- 37. 01.	50703. 70.
	1371.	+37. 03.	50763. 13.
	1372.	- 37. 04.	30818. 88.
	1373.	- 37. 05.	50869. 65.
	1374.	+37. 07.	50934. 18.
	1375.	- 37. 08.	50985. 00.
	1376.	- 37. 09.	51035. 84.
	1377.	+37. 11.	51100. 47.
	1378.	- 37. 12.	51151. 36.
	1379.	- 37. 13.	51202. 27.
	1380.	+37. 15.	51267. 00.
P.115. B. 69.			
	1381.	- 37. 16.	51317. 96.
	1382.	+37. 18.	51382. 76.
	1383.	+37. 19.	51433. 77.
	1384.	- 37. 20.	51484. 80.
	1385.	+37. 22.	51549. 70.
	1386.	+37. 23.	51600. 78.
	1387.	- 37. 24.	51651. 88.
	1388.	+37. 26.	51716. 88.
	1389.	+37. 27.	51768. 03.
	1390.	- 37. 28.	51819. 20.
	1391.	+37. 30.	51884. 30.
	1392.	+37. 31.	51935. 52.
P.116.			
	1393.	- 37. 32.	51986. 76.
	1394.	+37. 34.	52051. 96.
	1395.	+37. 35.	52103. 25.
	1396.	- 37. 36.	52154. 56.
	1397.	+37. 38.	52219. 86.
	1398.	+37. 39.	52271. 22.
	1399.	- 37. 40.	52322. 60.
	1400.	+37. 42.	52388. 00.
B. 70.			

	Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
	1401.	+37. 43.	52439. 43.
	1402.	- 37. 44.	52490. 88.
	1403.	+37. 46.	52556. 38.
	1404.	+37. 47.	52607. 88.
P.117.			
	1405.	- 37. 48.	52659. 40.
	1406.	+37. 50.	52725. 00.
	1407.	+37. 51.	52776. 57.
	1408.	- 37. 52.	52828. 16.
	1409.	+37. 54.	52893. 86.
	1410.	+37. 55.	52945. 50.
	1411.	- 37. 56.	52997. 16.
	1412.	+37. 58.	53062. 96.
	1413.	+37. 59.	53114. 67.
	1414.	- 37. 60.	53166. 40.
	1415.	+37. 62.	53232. 30.
	1416.	+37. 63.	53284. 08.
P.118.			
	1417.	- 37. 64.	53335. 88.
	1418.	+37. 66.	53401. 88.
	1419.	+37. 67.	53453. 73.
	1420.	- 37. 68.	53505. 60.
B. 71.			
	1421.	+37. 70.	53571. 70.
	1422.	+37. 71.	53623. 62.
	1423.	- 37. 72.	53675. 56.
	1424.	+37. 74.	53741. 76.
	1425.	+37. 75.	53793. 75.
	1426.	- 37. 76.	53845. 76.
	1427.	+37. 78.	53912. 06.
	1428.	+37. 79.	53964. 12.
P.119.			
	1429.	- 37. 80.	54013. 20.
	1430.	+37. 82.	54082. 60.
	1431.	+37. 83.	54134. 73.
	1432.	- 37. 84.	54186. 88.
	1433.	- 37. 85.	54239. 05.
	1434.	+37. 87.	54305. 58.
	1435.	- 37. 88.	54357. 80.
	1436.	- 37. 89.	54410. 04.
	1437.	+37. 91.	54476. 67.
	1438.	- 37. 92.	54528. 96.
	1439.	- 37. 93.	54581. 27.
	1440.	+37. 95.	54648. 00.
P.120. B. 72.			

Al-

Altezze.	Radici.	Prodotti.
1441.	-37.96.	54700.36.
1442.	-37.97.	54752.74.
1443.	+37.99.	54819.57.
1444.	38.00.	54872.00.
1445.	-38.01.	54924.45.
1446.	+38.03.	54991.38.
1447.	+38.04.	55043.88.
1448.	-38.05.	55096.40.
1449.	+38.07.	55163.43.
1450.	+38.08.	55216.00.
1451.	-38.09.	55268.59.
1452.	+38.11.	55335.72.
P.121.		
1453.	+38.12.	55388.36.
1454.	-38.13.	55441.02.
1455.	-38.14.	55493.70.
1456.	+38.16.	55560.96.
1457.	-38.17.	55613.69.
1458.	-38.18.	55666.44.
1459.	+38.20.	55733.80.
1460.	+38.21.	55786.60.
B. 73.		
1461.	-38.22.	55839.42.
1462.	+38.24.	55906.88.
1463.	+38.25.	55959.75.
1464.	-38.26.	56012.64.
P.122.		
1465.	+38.28.	56080.20.
1466.	+38.29.	56133.14.
1467.	-38.30.	56186.10.
1468.	-38.31.	56239.08.
1469.	+38.33.	56306.77.
1470.	-38.34.	56359.80.
1471.	-38.35.	56412.85.
1472.	+38.37.	56480.64.
1473.	+38.38.	56533.74.
1474.	-38.39.	56586.86.
1475.	+38.41.	56654.75.
1476.	+38.42.	56707.92.
P.123.		
1477.	-38.43.	56761.11.
1478.	-38.44.	56814.32.
1479.	+38.46.	56882.34.
1480.	-38.47.	56935.60.
B. 74.		

Altezze.	Radici.	Prodotti.
1481.	-38.48.	56988.88.
1482.	+38.50.	57057.00.
1483.	+38.51.	57110.33.
1484.	-38.52.	57163.68.
1485.	+38.54.	57231.90.
1486.	+38.55.	57285.30.
1487.	-38.56.	57338.72.
1488.	-38.57.	57392.16.
P.124.		
1489.	+38.59.	57460.51.
1490.	-38.60.	57514.00.
1491.	-38.61.	57567.51.
1492.	+38.63.	57635.96.
1493.	+38.64.	57689.52.
1494.	-38.65.	57743.10.
1495.	+38.67.	57811.65.
1496.	+38.68.	57865.28.
1497.	-38.69.	57918.93.
1498.	-38.70.	57972.60.
1499.	+38.72.	58041.28.
1500.	+38.73.	58095.00.
P.125. B. 75.		
1501.	-38.74.	58148.74.
1502.	+38.76.	58217.52.
1503.	+38.77.	58271.31.
1504.	-38.78.	58325.12.
1505.	-38.79.	58378.85.
1506.	+38.81.	58447.86.
1507.	-38.82.	58501.74.
1508.	-38.83.	58555.64.
1509.	+38.85.	58624.65.
1510.	+38.86.	58678.60.
1511.	-38.87.	58732.57.
1512.	-38.88.	58786.56.
P.126.		
1513.	+38.90.	58855.70.
1514.	-38.91.	58909.74.
1515.	-38.92.	58963.80.
1516.	+38.94.	59033.04.
1517.	+38.95.	59087.15.
1518.	-38.96.	59141.28.
1519.	-38.97.	59195.43.
1520.	+38.99.	59264.80.
B. 76.		

Al-

Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
1521.	39. 00.	59319. 00.
1522.	- 39. 01.	59373. 22.
1523.	+ 39. 03.	59442. 69.
1524.	+ 39. 04.	59496. 96.
P. 127.		
1525.	- 39. 05.	59551. 25.
1526.	- 39. 06.	59605. 56.
1527.	+ 39. 08.	59675. 16.
1528.	+ 39. 09.	59729. 52.
1529.	- 39. 10.	59783. 90.
1530.	+ 39. 12.	59853. 60.
1531.	+ 39. 13.	59908. 03.
1532.	- 39. 14.	59962. 48.
1533.	- 39. 15.	60016. 95.
1534.	+ 39. 17.	60086. 78.
1535.	+ 39. 18.	60141. 30.
1536.	- 39. 19.	60195. 84.
P. 128.		
1537.	- 39. 20.	60250. 40.
1538.	+ 39. 22.	60320. 36.
1539.	- 39. 23.	60374. 97.
1540.	- 39. 24.	60429. 60.
B. 77.		
1541.	+ 39. 26.	60499. 66.
1542.	+ 39. 27.	60554. 34.
1543.	- 39. 28.	60609. 04.
1544.	- 39. 29.	60663. 76.
1545.	+ 39. 31.	60723. 95.
1546.	+ 39. 32.	60788. 72.
1547.	- 39. 33.	60843. 51.
1548.	- 39. 34.	60898. 32.
P. 129.		
1549.	+ 39. 36.	60968. 64.
1550.	- 39. 37.	61023. 50.
1551.	- 39. 38.	61078. 38.
1552.	+ 39. 40.	61148. 80.
1553.	+ 39. 41.	61203. 73.
1554.	- 39. 42.	61258. 68.
1555.	- 39. 43.	61313. 65.
1556.	+ 39. 45.	61384. 20.
1557.	+ 39. 46.	61439. 22.
1558.	- 39. 47.	61494. 26.
1559.	- 39. 48.	61549. 32.
1560.	+ 39. 50.	61620. 00.
P. 130. B. 78.		

Altezze.	*Radici.*	*Prodotti.*
1561.	+ 39. 51.	61675. 11.
1562.	- 39. 52.	61730. 24
1563.	- 39. 53.	61785. 39
1564.	+ 39. 55.	61856. 20.
1565.	- 39. 56.	61911. 40.
1566.	- 39. 57.	61966. 62.
1567.	+ 39. 59.	62037. 53.
1568.	+ 39. 60.	62092. 80.
1569.	- 39. 61.	62148. 09.
1570.	- 39. 62.	62203. 40.
1571.	+ 39. 64.	62274. 44.
1572.	+ 39. 65.	62329. 80.
P. 131.		
1573.	- 39. 66.	62385. 18.
1574.	- 39. 67.	62440. 58.
1575.	- 39. 69.	62511. 75.
1576.	+ 39. 70.	62627. 20.
1577.	- 39. 71.	62622. 67.
1578.	- 39. 72.	62678. 16.
1579.	+ 39. 74.	62749. 46.
1580.	+ 39. 75.	62805. 00.
B. 79.		
1581.	- 39. 76.	62860. 56.
1582.	- 39. 77.	62916. 14.
1583.	+ 39. 79.	62987. 57.
1584.	+ 39. 80.	63043. 20.
P. 132.		
1585.	- 39. 81.	63098. 85.
1586.	- 39. 82.	63154. 52.
1587.	+ 39. 84.	63226. 08.
1588.	+ 39. 85.	63281. 80.
1589.	- 39. 86.	63337. 54.
1590.	- 39. 87.	63393. 30.
1591.	+ 39. 89.	63464. 99.
1592.	+ 39. 90.	63520. 80.
1593.	- 39. 91.	63576. 63.
1594.	- 39. 92.	63632. 48.
1595.	+ 39. 94.	63704. 30.
1596.	+ 39. 95.	63760. 20.
P. 133.		
1597.	- 39. 96.	63816. 12.
1598.	- 39. 97.	63872. 06.
1599.	+ 39. 99.	63944. 01.
1600.	40. 00.	64000. 00.
B. 80.		

Al-

Note	*Altezze.*	*Radici.*	*Prodotti.*
	1601.	-40.01	64056.01.
	1602.	-40.02.	64112.04.
	1603.	+40.04.	64184.12.
	1604.	+40.05.	64240.20.
	1605.	-40.06.	64296.30.
	1606.	-40. 7.	64352.42.
	1607.	+40.09.	64424.63.
	1608.	+40.10.	64480.80.
P.134.			
	1609.	-40.11.	64536.99.
	1610.	-40.12.	64593.20.
	1611.	+40.14.	64665.54.
	1612.	+40.15.	64721.80.
	1613.	-40.16.	64778.08.
	1614.	-40.17.	64834.38.
	1615.	+40.19.	64906.85.
	1616.	+40.20.	64963.20.
	1617.	-40.21	65019.57.
	1618.	-40.22.	65075.96.
	1619.	+40.24.	65148.56.
P.135. B. 81.	1620.	+40.25.	65205.00.
	1621.	-40.26	65261.46.
	1622.	-40.27.	65317.94.
	1623.	+40.29.	65390.67.
	1624.	+40.30.	65447.20.
	1625.	-40.31.	65503.75.
	1626.	-40.32.	65560.32.
	1627.	+40.34	65633.18.
	1628.	+40.35.	65689.80.
	1629.	-40.36.	65746.44.
	1630	-40.37.	65803.10.
	1631.	+40 39.	65876.09.
	1632.	+40.40.	65932.80.
P.136.			
	1633.	-40.41.	65989.53.
	1634.	-40.42.	66046.28.
	1635.	+40.44.	66119.40.
	1636.	+40.45.	66176.20.
	1637.	+40.46	66233.02.
	1638.	-40.47.	66289.86.
	1639.	-40.48.	66346.72.
	1640.	+40.50.	66420.00.
B.82.			

Note	*Altezze.*	*Radici.*	*Prodotti.*
	1641.	+40.51.	66476.91.
	1642.	-40.52.	66533.84.
	1643.	-40.53.	66590.79.
	1644.	+40.55.	66664.20.
P.137.			
	1645.	+40.56.	66721.20.
	1646.	-40.57.	66778.22.
	1647.	-40.58.	66835.26.
	1648.	+40.60.	66908.80.
	1649.	+40.61.	66965.89.
	1650.	-40.62.	67023.00.
	1651.	-40.63.	67080.13.
	1652.	-40.64.	67137.28.
	1653	+40.66.	67210.98.
	1654.	+40.67.	67268.18.
	1655.	-40.68.	67325.40.
	1656.	-40.69.	67382.64.
P.138.			
	1657.	+40.71.	67456.47.
	1658.	+40.72.	67513.76.
	1659.	-40.73.	67571.07.
	1660.	-40.74.	67628.40.
B.83.			
	1661.	+40.76.	67702.36.
	1662.	+40.77.	67759.74.
	1663.	+40.78.	67817.14.
	1664.	-40.79.	67874.56.
	1665.	-40.80.	67932.00.
	1666.	+40.82.	68006.12.
	1667.	+40.83.	68063.61.
	1668.	-40.84.	68121.12.
P.139.			
	1669.	-40.85.	68178.65.
	1670.	+40.87.	68252.90.
	1671.	+40.88.	68310.48.
	1672.	-40.89.	68368.08.
	1673.	-40.90.	68425.70.
	1674.	-40.91.	68483.34.
	1675.	+40.93.	68557.75.
	1676.	+40.94.	68615.44.
	1677.	-40.95.	68673.15.
	1678.	-40.96.	68730.88.
	1679.	+40.98.	68805.42.
	1680.	+40'99.	68863.20.
P.140. B. 84.			

Al-

Altezze.	Radici.	Prodotti.
1681.	41.00.	68921.00.
1682.	-41.01.	68978.82.
1683.	-41.02.	69036.66.
1684.	+41.04.	69111.36.
1685.	+41.05.	69169.25.
1686.	-41.06.	69227.16.
1687.	-41.07.	69285.09.
1688.	+41.09.	69359.92.
1689.	+41.10.	69417.90.
1690.	+41.11.	69475.90.
1691.	-41.12.	69533.92.
1692.	-41.13.	69591.96.
P.141.		
1693.	+41.15.	69666.95.
1694.	+41.16.	69725.04.
1695.	-41.17.	69783.15.
1696.	-41.18.	69841.28.
1697.	-41.19.	69899.43.
1698.	+41.21.	69974.58.
1699.	+41.22.	70032 78.
1700.	-41.23.	70091.00.
B. 85.		
1701.	-41.24.	70149.24.
1702.	+41.26.	702[illegible]4.52.
1703.	+41.27.	70282.81.
1704.	+41.28.	70341.12.
P.142.		
1705.	-41.29.	70399.45.
1706.	-41.30.	70457.80.
1707.	+41.32.	70533.24.
1708.	+41.33.	70591.64.
1709.	-41.34.	70650.06.
1710.	-41.35.	70708.50.
1711.	-41.36.	70766.96.
1712.	+41.38.	70842.56.
1713.	+41.39.	70901.07.
1714.	-41.40.	70950.60.
1715.	-41.41.	71018.15.
1716.	-41.42.	71076.72.
P.143.		
1717.	+41.44.	71152.48.
1718.	+41.45.	71211.10.
1719.	-41.46.	71269.74.
1720.	-41.47.	71328.40.
B.86.		
1721.	-41.48.	71387.08.
1722.	+41.50.	71463.00.
1723.	+41.51.	71521.73.
1724.	-41.52.	71580.48.
1725.	-41.53.	71639.25.
1726.	+41.55.	71715.30.
1727.	+41.56.	71774.12.
1728.	+41.57.	71832.96.
P.144.		
1729.	-41.58.	71891.82.
1730.	-41.59.	71950.70.
1731.	+41.61.	72026.91.
1732.	+41.62.	72085.84.
1733.	+41.63.	72144.79.
1734.	-41.64.	72203.76.
1735.	-41.65.	72262.75.
1736.	+41.67.	72339.12.
1737.	41.68.	72398.16.
1738.	+41.69.	72457.22.
1739.	-41.70.	72516.30.
1740.	-41.71.	72575.40.
P. 145. B. 87.		
1741.	+41.73.	72651.93.
1742.	+41.74.	72711.08.
1743.	+41.75.	72770.25.
1744.	-41.76.	72829.44.
1745.	-41.77.	72888.65.
1746.	+41.79.	72965.34.
1747.	+41.80.	73024.60.
1748.	+41.81.	73083.88.
1749.	-41.82.	73143.18.
1750.	-41.83.	73202.50.
1751.	-41.84.	73261.84.
1752.	+41.86.	73338.72.
P.146.		
1753.	+41.87.	73398.11.
1754.	-41.88.	73457.52.
1755.	-41.89.	73516.95.
1756.	-41.90.	73576.40.
1757.	+41.92.	73653.44.
1758.	+41.93.	73712.94.
1759.	-41.94.	73772.46.
1760.	-41.95.	73832.00.
B.88.		

Al-

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	1761.	-41.96.	73891.56.
	1762.	+41.98.	73977.76.
	1763.	+41.99	74037.37.
	1764.	42.00.	74088.00.
P.147.			
	1765.	-42.01.	74147.65.
	4766.	-42.02.	74207.32.
	1767.	+42.04.	74284.68.
	1768.	+42.05.	74344.40.
	1769.	+42.06.	74404.14.
	1770.	-42.07.	74463.90.
	1771.	-42.08.	74523.68.
	1772.	+42.10.	74601.20.
	1773.	+42.11.	74661.03.
	1774.	+42.12.	74720.88.
	1775.	-42.13.	74780.75.
	1776.	-42.14.	74840.64.
P.148.			
	1777.	-42.15.	74900.55.
	1778.	+42.17.	74978.26.
	1779.	+42.18.	75038.22.
	1780.	-42.19.	75098.20.
B. 89.			

	Altezze.	Radici.	Prodotti.
	1781.	-42.20.	75158.20.
	1782.	-42.21.	75218.22.
	1783.	+42.23.	75296.09.
	1784.	+42.24.	75356.16.
	1785.	+42.25.	75416.25.
	1786.	-42.26.	75476.36.
	1787.	-42.27.	75536.49.
	1788.	-42.28	75596.64.
P.149.			
	1789.	+42.30.	75674.70.
	1790.	+42.31.	75734.90.
	1791.	-42.32.	75795.12.
	1792.	-42.33.	75855.36.
	1793.	-42.34.	75915.62.
	1794.	+42.36.	75993.84.
	1795.	+42.37.	76054.15.
	1796.	+42.38.	76114.48.
	179 .	-42.39.	76174.83.
	1798.	-42.40.	76235.20.
	1799.	-42.41.	76295.59.
	1800.	+42.43.	76374.00.
P.150. B. 90.			

RIFLESSIONI DEL P. ABATE. D. GUIDO GRANDI

Intorno ad alcune controversie circa il fiume Era.

RIFLESSIONI DEL P. ABATE GRANDI

Sopra la controversia vertente fra gl' Illustrissimi Signori Marchesi R. e N.

Circa l' alzamento d' una pescaia nel fiume Era.

Stampate in Pisa 1714. ora rivedute, accresciute, e corrette.

I. AVendo considerate le piante, e le scritture fatte per l' una e per l' altra parte nella presente Causa, ed essendomi imposto da gli autorevoli cenni, sempre da me riveriti, di S. A. R. di servire l' Illustrissimo Signor Mar. R. in produrne le ragioni, le quali, a mio parere, manifestamente favoriscono l' intenzione di lui, ed ostano alla nuova steccaja, che pretende l' Illustrissimo Signor Mar. N. di far edificare nell' Era ad uso d' un nuovo Mulino, per gli evidenti pregiudizi, che quindi possono nascere, cercherò di soddisfare all' obbligo, che mi corre nel miglior modo possibile, esponendo quì il mio debole sentimento, fondato però sopra le dottrine de' più celebri Autori, che abbiano illustrate queste materie, e sopra le osservazioni, e le sperienze, sì generali, come particolari fatte nel fiume, di cui si tratta, da' Periti, che hanno esaminate le circostanze del fatto.

II. E primieramente dico, che con molta ragione asserì il Signor T. nella sua Relazione, che quando sarà attraversato il fiume colla pretesa stec-

steccaia eretta all'altezza di braccia 8. e un terzo, dovrà necessariamente rialzarsi il letto superiore di esso altrettanto, disponendosi in una linea condotta per la cresta di essa pescaia parallela al vecchio fondo, almeno finattanto che il fiume non muta pendenza, e continuando lo stesso riempimento fino al concorso della seconda declività, che si pretende sensibilmente cominciare la sua variazione in distanza di braccia 10462. dal luogo della steccaia. Ma a me pare, che si possa aggiungere, dovere il riempimento suddetto essere molto maggiore, ed estendersi a più lungo tratto, fino all'origine stessa del fiume, o fino ad altro sostegno superiore, da cui il corpo del fiume venga interrotto: perchè simili sostegni fanno figura di nuovo principio del fiume nelle parti susseguenti, e servono di termine, o sbocco al medesimo nelle parti anteriori, regolando quindi in su la pendenza del letto, secondo il Dottore Guglielmini *nel Trattato della Natura de' fiumi pag.* 302.

III Ma per meglio dichiarare il mio pensiero, e togliere di mezzo ogni equivoco, debbo avertire, che io considero la linea esprimente il letto del fiume quantunque tortuoso, e serpeggiante (come in fatti è l'Era) tutta ridotta come in profilo nel suo piano verticale, tirato per l'origine, per lo sbocco del fiume, e per lo centro della terra. Imperocchè da qualsivoglia punto del letto del fiume tirando tante rette perpendicolari al detto piano verticale, è manifesto, che se il fiume non ostanti le deviazioni nate dalle sue giravolte, avesse una sola continuata pendenza, tutte le suddette perpendicolari sarebbero in un solo piano inclinato all'orizzonte, e la comune sezione di esso col suddetto piano verticale sarebbe una linea retta, rappresentante in profilo il letto uniforme declive di esso fiume: ma se in certi luoghi sensibilmente si mutasse la pendenza del letto, le dette perpendicolari sarebbero distese in diversi piani inclinati a varj angoli, e le comuni sezioni di tali piani col suddetto verticale farebbero un poligono, che esprimerebbe le varie cadute del fiume in tutto il suo corso; che se finalmente il fiume da per tutto appoco appoco mutasse insensibilmente pendenza (come è assai più verisimile, prescindendo dalle chiuse, che lo attraversino) le perpendicolari suddette sarebbero in una superficie curva, come cilindrica, ma però adattata ad una piegatura assai diversa dalla circolare, o ellittica; e la comune sezione di tale superficie col suddetto piano verticale, sarebbe una tal linea curva, che mostrebbe qual mutazione continua di declività abbia il fiume in tutto il suo corso; fusse questa curva poi concava, o convessa, secondo le varie circostanze. E ciò che dico della linea del fondo, può intendersi ancora della linea ch'esprime la superficie del fiume. Di questa linea ridotta nel piano verticale io dunque intendo discorrere; e questa sarebbe la strada, che di sua natura dovrebbe seguire il fiume, se non fusse da varj intoppi, incontrati per istrada, lateralmente distornato, e tirato fuori del suo piano verticale, ed obbligato alle tortuosità irregolari, a cui per accidente è soggetto.

IV. Nel nostro caso del fiume Era, questa linea evidentemente è curva, non retta, o composta di più rette, ed è concava verso le parti superiori; imperocchè dalle livellazioni concordate fra i Periti d'ambe le parti, risulta che dal luogo destinato per la pescaia andando allo in su, in distanza di braccia 7200., vi sia di declive braccia 5. 8. o. e proseguendo avanti altre braccia 3262., cioè dal detto sito della pescaia braccia in tutto 10462., si ha un declive di braccia 8. 6. 8. ed essendo maggiore la ragione di braccia 8. 6. 8. a braccia 5. 8. o., che della lontananza 10462. all'altra di 7200. (perchè il primo termine è più che sesquialtero del secondo, ma il terzo

è me-

è meno che sesquialtero del quarto) bisogna che nè meno in tutto quel tratto la linea del fiume sia retta, ma bensì almeno composta di due inclinate ad un cert'angolo; inoltrandosi poi avanti, già si concede, che il fiume muta pendenza, di maniera che andando in su per 2480. braccia cresce il declive di 3. 13. 6., ed è questa quantità a quella di nuovo, in maggior ragione che non è veruna dell'altezze degli altri declivi già considerati alla sua lontananza; dunque almeno converrà concludere, che il profilo dell'alveo di questo fiume non può nè con una sola linea retta rappresentarsi, nè con due, ma con tre, anzi con più, e diverse variamente inclinate, che fanno un poligono irregolare, perchè paragonando varj altri termini intermedj, si vedrà sempre distribuita disugualmente fra di essi la caduta. Anzi non vi essendo punto alcuno, in cui pretendere si possa con maggior fondamento, che altrove, farsi quivi la mutazione della pendenza: bisognerà finalmente concludere, che tutto il profilo del corso di questo fiume, ridotto, come sopra, in un piano verticale, sia veramente una linea curva concava verso le parti superiori, quantunque in piccolo tratto di spazio non possa distinguersi sensibilmente da una linea retta, come accade ancora a cerchj, ed altre figure con grandissimo diametro descritte.

V. E' stata già questa verità dagli Autori generalmente riconosciuta ne' fiumi almeno che corrono in ghiaja: come può vedersi nel Barattieri *parte 2. dell' Architettura dell'acque lib. 6. cap.* 10. ove esaminando le varie pendenze dello Stirone, torrente nel territorio di Borgo S. Donnino, mostra che le misure dell'altezze non sono mai proporzionali alle distanze dal termine del fiume, e che però la linea del suo fondo è certamente una curva concava: sebbene da cotal Autore si rappresenta come un poligono di più lati inflessi in altrettanti angoli, quante sono le stazioni da lui fatte nel livellare, i quali conseguentemente ancora più sarebbero stati, se con più corte, e più spesse battute si fusse posto a livellare il medesimo tratto. Ed il Dottore Guglielmini *della Natura de' fiumi cap* 5. *coroll.* 3. *e* 5. ferma come certissima conclusione, che *de' fiumi, i quali corrono in ghiaia, la linea del fondo si dispone in una linea concava*. Tale adunque essendo il fiume Era, non può dubitarsi, che naturalmente non abbia escavato in linea curva il suo letto, la quale sia concava verso le parti superiori: qualunque poi sia la specie di tale curva, che io con ragionevole conghiettura mi persuado essere una cicloide, prescindendo però dalle alterazioni accidentali, che gli averanno apportato gl'impedimenti del corso, e le resistenze ritrovate nel viaggio dal fiume.

VI. Imperocchè, siccome in altri riscontri veggiamo noi la natura operare per le vie più semplici, e spedite, affettando continuamente nelle riflessioni, e nelle rifrazioni, ed in altri simiglianti effetti la strada più corta per condurre il mobile da un termine ad un altro: come dopo molti altri osservò il Sig. Leibnizio *negli Atti di Lipsia del* 1682. così mi pare molto verisimile, che per condurre un fiume da un luogo più sublime ad un altro più basso, non posto nella medesima linea retta, col centro de' gravi, abbia la stessa natura cercato d'incaminarlo per una via la più breve, e spedita, che ideare si possa, e che, attese le leggi universali del moto, osservate nell'accelerazione de' gravi, si potesse trapassare in un minimo tempo. Ma hanno già dimostrato i profondi Mattematici dell' Europa, cioè il Leibnizio, l'Ugenio, il Bernoullio, l'Ospitalio ec. *negli Atti di Lipsia* 1697. *e altrove*; ed io stesso con ispedita, e semplicissima dimostrazione ho provato *nella prop.* 10. *de le Note al Trattato del moto del Galileo*, che una tal linea è la famosa cicloide: di maniera che assegnati due punti in disuguale di-

diſtanza dal centro della terra, e non nella ſteſſa linea retta con eſſo, e cercando per quale ſtrada doveſſe diſcendere un mobile con moto accelerato, per condurſi dal più alto al più baſſo termine in un breviſſimo tempo, cotal via non ſarebbe già la retta, che connette ambi i punti aſſegnati (come beniſſimo aveva già avvertito il Galileo ne' ſuoi Dialoghi, e nella Scrittura ſopra il fiume Biſenzio) nè meno ſarebbe un quarto di cerchio, come pare ch' eſſo Galileo conghietturaſſe: ma bensì un arco di cicloide, che abbia l' origine ſua nel più ſublime, e paſſi per l' infimo de' dati punti; dunque è molto ragionevole il credere, che anche la curva, per cui ſi porterebbero i fiumi dall' uno all' altro capo degli alvei loro naturalmente ſcendendo, ſe per uno ſteſſo piano verticale ſi diſtendeſſero, e non fuſſero da gli eſterni impedimenti quà e là deviati, nè l' ineguale reſiſtenza che incontrano in varie parti del terreno da eſſi bagnato, li obbligaſſe a tanta irregolarità ne' loro fondi, ſarebbe la ſteſſa cicloide diſteſa dall' origine di eſſi fiumi fino allo sbocco, o alla prima chiuſa, da cui ſi termini la parte ſuperiore del corſo loro, o dall' una di tali chiuſe ad un' altra inferiore, o allo sbocco libero di eſſi nel mare, o in altro recipiente. Tanto più, che appunto nella ſteſſa curva cicloidale ſi verifica, che uno ſteſſo mobile (come è l' acqua, di cui ſempre un eguale quantità per ogni ſezione del fiume dee ſcaricarſi) per eſſa ſcorrendo da un capo all' altro, la preme ſempre con eguale impreſſione, eſſendo che in ciaſcun punto di tale curva la forza premente, compoſta della gravità relativa eſercitata dal mobile nelle varie inclinazioni de' ſiti, per cui paſſa, e della forza centrifuga dipendente dalla diverſa velocità, di cui è affetto, e dal grado di curvità, che hanno le parti dello ſpazio deſcritto, ſi trova appunto proporzionale alla velocità conceputa nella diſceſa, cioè reciproca del tempo, in cui la detta forza ſta applicata a premere nel ſuo paſſaggio le ſuddette parti della curva, come dimoſtrò il Parent *nelle memorie dell' Accademia Reale delle Scienze dell' anno* 1708. E però il letto d' un fiume diſpoſto in tale ſorta di curvatura ſarebbe più adattato per ſervire d' alveo ſtabilito al corſo dell' acqua, e più eſente dal ricevere alterazioni maggiori, che ſe fuſſe in qualſivoglia altra ſpecie di curva eſcavato. Solamente la diverſa reſiſtenza del terreno, ed il concorſo d' altri influenti, ed altri accidentarj riſcontri poſſono diſtornare i fiumi dal ſeguire eſattamente queſta regolar direzione, accadendo ad eſſi ciò che ſuccederebbe ad un pendolo di orologio, a cui ſi fa deſcrivere appunto col centro della ſua ghianda una cicloide; che ſe dal vento, o da altre accidentarie cagioni veniſſe ſpinto di tanto in tanto con direzioni variamente inclinate al piano verticale, in cui giace diſteſo eſſo pendolo, ſarebbe forzato a deſcrivere una ſghemba linea, con varie tortuoſità ſerpeggiante, in vece della regolata cicloide, che dovea naturalmente col ſuo moto oſcillatorio deſcrivere.

VII. Ma ſiaſi cotal curva convenevole al letto de' fiumi di queſta, o di altra ſpecie, poco ciò importa all' intento noſtro, purchè ſia una curva concava verſo le parti ſuperiori, come certamente riſulta dall' evidenza del fatto, per concludere, che il letto del fiume, dopo l' alzamento della ſteccaia s' innalzerà molto più ancora di quello che fu ſuppoſto dal Signor T. perchè ſiccome la prima linea tirata da lui parallela al vecchio fondo dalla creſta della ſteccaia ſarà una linea retta, che toccherà per di ſotto la curva concava, in cui ſi dovrà nuovamente diſporre il letto del fiume: così evidentemente riſulta, che debba rimanere eſſo letto ſuperiore alla linea da eſſo diſegnata; nè ſi può concedere, che nel corſo della detta parallela colla ſeconda pendenza, conſiderata già da' Periti nel fiume, debba avere il

ſuo

ſuo termine il riempimento dell'alveo, e l'alzamento del fondo: ma con egual ragione ſi può pretendere, che far ſi debba una nuova curva ſimile a quella di prima, e continuata ſino all'origine del fiume, o ad altro ſoſtegno intermedio, da cui venga interrotto il corſo di quello: tanto è lungi dal vero, che il rialzamento del letto debba crederſi molto minore di quello, che ha dimoſtrato il Signor T., come aſſerivano il Sig. G. ed il Signor D. M. nelle loro Relazioni.

VIII. La ragione di queſto ſi è, perchè la natura del fiume richiedendo ancora nel nuovo letto di ſcaricarſi colla medeſima velocità in tutte le parti corriſpondenti alle varie pendenze del fondo di prima, biſogna che appoco appoco ſi ſtabiliſca le ſteſſe declività, per mezzo delle quali cadendo ſi acquiſtava quel grado di momento, con cui già ſcendeva: altrimenti raffrenandoſi in un letto meno inclinato la ſolita ſua celerità, verrebbe a rigurgitare verſo le parti ſuperiori; onde dallo ſteſſo ritardamento dell'acque ci ſuccederebbe quel medeſimo ſoverchio rialzamento di eſſe, che ſi pretende sfuggire negando il riempimento del fondo nella detta miſura; che però non dee recarſi in dubbio, che ſiccome il fiume, ritrovando l' impedimento della peſcaia, ſi ſpianerà da principio orizzontalmente, cagionando ivi come un lago, che abbia l' orlo nella ſommità della medeſima, e riempirà infallibilmente tutta quella cavità di ſaſſi, e rena, o altra materia. di cui era carico, e la quale doveaſi da eſſo ſpignere più avanti verſo le parti inferiori; così poſcia continuando a diſcendere con altre acque cariche di nuova materia, ſopra il piano orizzontale nuovamente ſtabilito, eſſendo ivi coſtretto di raffrenare l'impeto conceputo dall' antecedente caduta, non potrà condurre ſeco, e ſpignere più oltre il peſo che ſeco porta, ma laſcierallo precipitare al fondo: con che attaccandoſi la nuova arena, e la nuova ghiaia alla precedente già ſpianata in detto ſito, viepiù lo rialzerà; e ſucceſſivamente accumulandoſi nuove depoſizioni, ſerviranno ſempre di appoggio ad altre che ſi faranno ſuperiormente, fermando le ſuſſeguenti materie, e continuandoſi il rialzamento fino ad altra chiuſa, che di ſopra attraverſi lo ſteſſo, o quando altra non ve ne ſia, fino all' origine del medeſimo, ſi compirà finalmente di riſtabilirſi il nuovo letto ſopra una curva ſimile a quella, che preſentemente va calcando il fiume nel vecchio fondo, e con le ſteſſe inſenſibili piegature, e mutazioni di declività corriſpondenti a quelle di prima; la qual nuova curva partendoſi dalla creſta della peſcaia con ſituazione quaſi parallela alla curva dell' alveo preſente, riuſcirà per qualche tratto notabile ſuperiore ad eſſa della medeſima quantità di 8. braccia, e un terzo; ma queſta diſtanza ſi anderà appoco appoco diminuendo allo in ſu, accoſtandoſi l'una con l'altra curva, ſinattanto che inſieme concorrano tutte due a toccarſi ſcambievolmente nell' origine di eſſo fiume, o in altra chiuſa ſuperiore, come ſopra ſi è avviſato; tanto è lungi dal vero, che il rialzamento debba terminare ad una parte del vecchio fondo alta ſopra il livello della ſommità della peſcaia ſolo braccia 3. 13. 6., come la ſuppone il Signor Guglielmini, o poco ſuperiore, come la giudica il Signor M., o finalmente al concorſo della ſeconda pendenza del fiume con la parallela alla prima pendenza tirata dall' orlo d' eſſa peſcaia, come per lo meno voleva il Signor T.

IX. E per verità, ſiccome l'angolo, che fa la pendenza del vecchio fondo coll'orizzontale tirata per la creſta della peſcaia, ci dimoſtra, non poter quivi fermarſi il rialzamento, perchè ritardandoſi l'acque ſono forzate a far nuove depoſizioni: così l' angolo fatto ſimilmente dall' antecedenti pendenze con qualunque altra linea, che ſi tiraſſe dall'orlo ſuddetto alle

parti ſuperiori del vecchio letto, ci sforza parimente a concludere un ſimile improvviſo ritardamento, ed una nuova depoſizione, che rialzi l'alveo con interrire la cavità rimaſa nel detto angolo; e così ſempre, finattanto che ſi tolga ogni angolo, e degeneri il nuovo fondo in una curva ſimile a quella del letto antico, acciocchè per eſſa poſſa la natura indirizzare ſpeditiſſimamente, ed in un tempo breviſſimo, l'acque dall'origine del fiume, o ſia dalla chiuſa immediatamente ſuperiore alla creſta della nuova peſcaia, come ſi è conſiderato di ſopra *al num. 6*. In confermazione della quale dottrina, ſi può oſſervare col Varignon *nelle memorie dell' Accademia Regia di Parigi del* 1704. che un mobile paſſando da un piano declive ad una orizzontale, o ad altro piano meno inclinato, che con eſſo faccia un angolo rettilineo, non ritiene altrimenti il grado di velocità per la precedente caduta acquiſtato, ſeguitando poi ad accellerarlo con quella miſura, che richiede il piano inclinato, a cui fa paſſaggio, come parve credeſſe, o come almeno ſtabilì per ipoteſi il Galileo: ma bensì raffrena quel grado di velocità, che fino a quel punto ha ottenuto, o perdendolo tutto, o ſolamente diminuendolo in parte, ſecondo che quel piano, in cui nuovamente ſi traſporta, è tale, che del tutto lo ſoſtenga (come fa il piano orizzontale) o che ſolo in maggior parte di prima lo regga (come fa un piano meno inclinato) ma ſolamente nell'andare del mobile per una curva, ſuccede la mutazione del declive in ogni ſuo punto, ſenza diſpendio della conceputa velocità, per eſſere inſenſibile l' angolo del contatto, per cui una pendenza differiſca dall'altra immediatamente antecedente, o ſuſſeguente: come da me altresì fu dimoſtrato *nella prop. 8 delle Note al Trattato del Galileo del moto accelerato, e ſuoi Corollari, ed all' oſſervazione del num.* 28 *e* 29.

X. Nè può ſembrare ſtrana, o capriccioſa queſta determinazione del rialzamento del letto dalla cima della peſcaia fino all' origine del fiume, o ad altra chiuſa ſuperiore, per una curva, che abbia in ſe tutte le innumerabili inclinazioni, che aveva l'antico fondo, e ſimilmente a un dipreſſo diſpoſte, come ſi è dimoſtrato di ſopra, che neceſſariamente debba ſeguire, ſe ſi unirà all'addotte ragioni l'autorità di più accreditati Maeſtri di queſte ſcienze, tra quali il Guglielmini, che accoppiò con ſi bel nodo la più attenta pratica alla più fina teorica, *nel Trattato della Natura de' fiumi pag.* 294. inſegna, ch' eſſendo comune pratica di ovviare alle troppo precipitoſe cadute d'un fiume con attraverſare l' alveo con chiuſe, o peſcaie, per fare elevare i fondi, tuttavolta *le cadute in poco tempo ſi riſtabiliſcono a miſura della neceſſità dell' alveo*; ed altrove, cioè *pag.* 302. ci avviſa, che *l'altezza, e baſſezza degli alvei de' fiumi, de' quali ſia ſtabilita la linea cadente de' fondi, unicamente dipende dagli sbocchi, il fondo de' quali dee ſervire per baſe a tutta la parte ſuperiore del fiume, diſponendo ſopra di eſſo tutte le linee, o declività, che competono a tutte le parti dell' alveo, fino alle fontane, dalle quali tirano l' origine i primi rivi; ſe però il fiume non avrà il letto ſeguito dal principio al fine, come ſe ſarà interrotto da cateratte, o da laghi, paludi, e ſimili, ſi deono conſiderare queſte, come fine del fiume, ed aſſumere la parte ſuperiore della cataratta, o la foce dell' emiſſario, come un nuovo sbocco, ſul quale ſi appoggi l' intiera ſituazione delle parti ſuperiori*. E più eſpreſſamente *pag.* 246 trattando delle chiuſe, o peſcaie, così dice. *Edificata che ſia una di queſte cateratte, negando ella il paſſaggio all' acqua del fiume, è d' uopo, che queſta ſi elevi, e riempia tutto il tratto dell' alveo ſuperiore, che ſta ſotto il livello della ſoglia, o ſommità di detta cateratta, formando con ciò uno ſtagno d' acqua a modo di lagbetto, la cavità del quale in breve tempo ſarà riempiuta di ma-*

teria

teria portata dal fiume, cioè di sassi, arena, terra, e simili, e con ciò alzandosi il letto del fiume fino all' altezza della chiusa, darà altresì occasione ad un SIMILE, E PROPORZIONATO ALZAMENTO *delle parti superiori dell' alveo medesimo*. E finalmente *pag.* ~~440~~ 404 aggiunge. *Ristabilito il fondo nella parte superiore alla chiusa, tornerà col tempo alla* PRIMIERA DECLIVITA' *ec.* il che certamente non potrebbe fare, se l'alzamento non si continuasse da per tutto in corrispondenza di tutte le pendenze dell'antico letto, che sempre sono maggiori verso l'origine del fiume. Anzi, se ciò non succedesse, si raffrenerebbe la velocità dell'acque nel passaggio per un piano meno declive, di quello fusse anticamente, e con ciò si alzerebbe il corpo di esse acque; onde per un altro verso crescerebbero que' pericoli di trabocchi sopra le ripe alte, e basse, che (massimamente in tempo di piena) vengono minacciate dall' alzamento della pescaia, e della susseguente elevazione continuata dell' alveo, che è necessaria al mantenimento della stessa velocità.

XI. In fatti nella medesima Scrittura del Signor M. al §. 2. molto dottamente si osserva, che *le regole fondate sull' osservazione, e sulla considerazione della natura de' fiumi, insegnano, parlando teoricamente, e in astratto, che l' acque torbide attraversate con impedimenti insuperabili, quale è quello della pescaia, che si vuol fabbricare, alzano ben presto il loro fondo superiore, fino a tanto, che questo si venga a disporre sopra d' un piano tirato per la cresta, o sommità della pescaia, e* PARALLELO *al piano del vecchio fondo*. E sebbene egli (come richiedeva l'impegno della parte, ed il comodo della causa da lui difesa) soggiunge col Signor Guglielmini *che in pratica il riempimento, o rincollo suddetto non riesce sempre tale, quale questa general regola lo dimostra: atteso che supponendosi ne' raziocinij, che si fanno sopra la natura dell' acque, che i fiumi, corrano sopra di un solo piano dirittamente, e senza alcuno intoppo al loro termine, fra sponde parallele, e perpendicolari al piano del fondo; condizioni tutte assai difficili, se non impossibili da trovarsi in un fiume, e che certamente non concorrono di gran lunga nel nostro caso dell' Era, che è fiume di sezioni molto disuguali, di cadute diverse in diverse parti, colle ripe notabilmente inclinate, e con grandi, e spesse svolte, e tortuosità: non si può una regola così astratta applicare a casi particolari, nè specialmente nel caso nostro, per dedurne l' elevazione, che si farà nel fondo di questo fiume ec.* Tuttavolta è pregato quel dottissimo Professore, e mio particolarissimo Amico, a riflettere, che il Guglielmini suo Maestro ne' luoghi sopraccitati non parla già solamente in astratto, e senza avere le dovute considerazioni alle circostanze da lui annoverate, delle quali fa egli espressa menzione in tutto il decorso della mentovata sua opera, e pure, ciò non ostante, insegna espressamente, e con replicati termini la suddetta verità senz' altra eccezione, oltre di che, confessando esso Sig. M. che la regola generale, di cui si tratta, sia fondata *sull' osservazione, e sulla considerazione della natura de' fiumi*, non so vedere, come ora possa limitarsi per l' avvertenza, che aver si debbe alle irregolarità, cui soggetti sono gli alvei de' fiumi: quando certamente le *osservazioni*, sopra le quali fu stabilita quella regola generale, non possono essere state fatte in fiumi, che scorressero appunto per un solo piano della medesima declività, e con sponde parallele, e verticali, senza veruno intoppo, che al corso loro si attraversasse.

XII. Aggiungasi, che le annoverate circostanze, le quali di fatto s' incontrano ne' fiumi *in concreto*, non sono di quelle, che possano contribuire alla diminuzione del preteso alzamento, ma piuttosto di quelle, che concorrono ad accrescerlo, servendo d' impedimento alla velocità. Almeno certamente non solo tali, che possano alla regola verificata ne' fiumi *in astrat-*

astratto apportare tanta alterazione, che giunga a snervare la forza dell' argomento fondato sopra cotal dottrina, e diminuisce notabilmente il pregiudizio, che si pretende poter nascere dall'alzamento della pescaia. Imperocchè la tortuosità del fiume farà solamente, che l' elevazione susseguente del fondo vada altresì torcendo a seconda dell'alveo già stabilito, in vece di alzarsi il letto per una estensione dirittamente continuata, come sarebbe, se il vecchio fondo fusse diritto. Le sponde non parallele, nè verticali, ma tagliate a scarpa, obbligheranno l' alzamento del letto a dispursi con un simil pendio nelle parti laterali, in vece di elevarsi regolarmente in una figura parallelepipeda, come riuscirebbe, quando le ripe fussero tagliate a perpendicolo sul fondo del fiume, ed equidistanti fra loro. In somma di tutte le mentovate irregolarità, non ve n'è pur una, che possa o dare più libero corso al fiume, o impedire le deposizioni delle materie, e così scemare l' alzamento, che di sua natura seguir dovrebbe: ma solamente possono alterarne la figura, e la situazione, secondo che disposto si trova il vecchio letto: dovendo l' acqua ad ogni modo deporre le sue materie, come prima faceva, ed in un sito del tutto simigliante all'antico: in quella maniera, che se in un vaso di tersissimo cristallo, e di figura parallelepipeda, quanto immaginare si possa, perfettissima, intenderemo versarsi un acqua torbida, rimarremo convinti, per la regola generale, che sappiamo essere vera in astratto, dovere in progresso di tempo farsi una posatura nel fondo del vaso tenuto quieto, la quale sarà anch' essa di figura parallelepipeda, più o meno alta, secondo la copia della terra mescolata nell'acqua; e la stessa acqua torbida similmente raccolta in un vaso d' altra quasivoglia materia, di superficie scabra, e di figura quantosivoglia irregolare, non perciò farà in esso in pratica minor posatura, ma lascierà lo stesso sedimento, benchè conformato in altra figura, secondo che sarà il fondo del vaso conico, cilindrico, parabolico, o sferico: e siccome ne' condotti dell'acque delle fontane, le quali depongono, ed attaccano alle pareti interne de' tubi una certa gruma, o tartaro, l' essere questi quadrati, o circolari, e diritti, o serpeggianti con varie svolte, non può indurre altra varietà, se non nella diversa figura di cotal sedimento: così nel caso nostro l' irregolarità del fondo, e delle ripe del fiume, non impedisce, che non debba uniformemente alzarsi il letto dalla steccaia in su, fino alla prima sua origine, o altro superiore ritegno; ma solamente obbliga quel rialzamento a doversi adattare con simile curvità, e piegatura al canale, sopra di cui scorrono l' acque con materie disposte a precipitarsi, ed attaccarsi al fondo soggetto: e però la pratica non riuscirà nel caso nostro punto diversa dalla teorica stabilita di sopra.

XIII. Per la qual cosa chiaro apparisce, e manifesto, quanto bisognosa fusse d' essere più apertamente dimostrata la supposizione del Signor M. che alzata la pescaia, e riempiuto il presente fondo, *scorrendo il fiume liberamente sopra le ripe basse adiacenti, non potrà non eleggersi attraverso di queste quella linea, per la quale averà maggior caduta:* cioè, che sia per portarsi con più diritto viaggio, e per linea più breve dal Recinaio alla Steccaia, e però diminuire si debbano i rincolli dell' acque, che si pretendono. Imperocchè (dissimulando per ora l' evidente pregiudizio gravissimo di varj particolari padroni, condannati così ad essere spogliati del frutto, che ricavano dalle possessioni poste nelle ripe basse, le quali in questa ipotesi già si concede doversi convertire in letto ordinario del fiume, con quella confusione, che ognuno può immaginarsi dover nascere circa il dominio da alcuni acquistato, da altri perduto, ne' terreni adiacenti, per l' addirizzamento del cor-

corſo del fiume, quando queſto ſeguiſſe) gli ſteſſi intoppi, che già obbligarono il fiume a torcere naturalmente il ſuo corſo, ſeguiranno a deviarlo per l'avvenire, dovendoſi l'alzamento del letto, fatta la peſcaia, eſeguire non già tutto in un tratto, di maniera che il fiume poſſa ritrovare il terreno ben pareggiato, e ſopra di quello eleggerſi la ſtrada più breve, e ſpedita, come in aſtratto può taluno figurarſi: ma bensì appoco appoco innalzandoſi ugualmente tutti i ſeni, e tutti i riſalti del fondo, ſicchè ſempre nel ſito di mezzo, che corriſponde al filone dell' acqua, ſi manterrà il letto naturalmente più incavato, e più baſſo, e dalle bande a proporzione riuſcirà più rialzato; e però la caſſa, per cui debbono ſcorrere l' acque, rimarrà ne' medeſimi torcimenti di prima; tanto più, che le depoſizioni ſaranno veramente alquanto minori nel mezzo, dove il fiume corre più veloce, e più abbondanti ſaranno nelle parti laterali del ſuo corſo, dove minore è la velocità, per l' incontro di reſiſtenze maggiori: oſſervando di più, che la ſteſſa eſpanſione dell'acque, almeno nell' ordinarie eſcreſcenze (quando non accada, che ſia quaſi perpetua) ſopra la ſuperficie delle ripe baſſe, contribuirà di mano in mano ad alzarle con le continue depoſizioni della ghiaia, che porta il fiume vicino al fondo, creandoſi così ſopra di eſſe un letto del tutto ſimile al primo; il qual nuovo letto nè meno può ſupporſi, che fuſſe per recare alcun benefizio per la maggiore larghezza, che acquiſterebbe nello ſtenderſi ad occupare tanti terreni ora colti, e fruttiferi, perchè queſta non potrebbe altrimenti ſcemare l'altezza del corpo d'acqua, che vi correrebbe ſopra: perchè la maggiore tardità del moto, cagionato dalla minor pendenza, e dalla vicinanza del fondo più ampio, terrebbe in collo l'acque medeſime, non laſciandole così preſto ſcorrere all'in giù; e per tanto non ſi sfuggirebbe per ciò il rialzamento della ſuperficie dell'acque: nulla giovando la maggior capacità della ſezione, ove ſia reciprocamente compenſata da tanto minore velocità, che in tempo eguale laſci ſcaricare preciſamente tanta quantità di fluido, quanta prima ne ſgorgava da una minor ſezione, ma più veloce: anzi eſſendo la detta ampiezza pregiudiziale, qualora gl' impedimenti multiplicati al contatto del maggior fondo, ritardino in maggior proporzione la velocità, di quello che reſti ampliata la ſezione del fiume.

XIV Onde non parmi, che vi ſia luogo a diſputare, ſe l'accreſcimento di larghezza ſia per levare al fiume la velocità, o per accreſcerla, come inclina di credere il Signor M. atteſa la maggiore diſtanza delle ripe, a cagione di cui meno s'impediſca l'effetto della naturale velocità eſercitata dall'acque. Imperocchè l' impedimento delle ripe non ſuole ritardare gran fatto il corſo de' fiumi, a cui per lo più quelle ſi ritrovano parallele: e ſolamente ſerve a torcere di mano in mano la loro direzione, dove urtano obliquamente l'onde in dette ripe alle ſvolte dell' alveo; e quando in parte alcuna veniſſe perciò a ritardarſi il moto dell'acque, un tale ritardamento, ancora ne' canali di mediocre larghezza non giugnerebbe ad alterare la velocità delle parti di mezzo, ma finirebbe in quelle che ſtriſciano vicine alle ripe medeſime: non eſſendo congiunte le parti de' corpi fluidi, come quelle de' ſodi e maſſicci, ſicchè il ritardamento d' alcune debba trasfonderſi ancora nell'altre lontane; onde quanto a queſto effetto non dà vantaggio notabile l'eſſere le parti del fiume lontane dalle ſponde cento braccia, piuttoſto che venti ſolamente, eſſendoſi già in diſtanza di meno di tre braccia renduto inſenſibile quel poco di ritardamento, che dall' urto nelle ripe può derivare; del che ne abbiamo un manifeſto riſcontro ne' canali comunicanti, ne' quali, quando ſieno di notabile larghezza, ſi diſpongono

i flui-

i fluidi in uno stesso livello, siasi l' uno d'essi quantosivoglia più largo dell' altro: e solamente negli angustissimi accade, che l'aderenza del fluido all' interne pareti del tubo, rintuzza alquanto il momento della sua gravità, alzandolo sopra il livello del maggior tubo, con cui communica. Il fondo bensì dell'alveo, che continuamente è premuto dall' acque, in ogni sua parte ne sostiene l'impeto, e lo rintuzza: il fondo, dico, è quello che notabilmente ritarda il corso de' fiumi di poca altezza; e però crescendo l'ampiezza di esso, a misura che si dilatano l' acque sopra le ripe basse, può molto detrarre alla velocità del fiume; e tanto più, quanto che nelle parti laterali lontane dal mezzo, dove corre il filone dell' acqua sopra l'alveo più scavato, riesce la superficie allagata di dette ripe basse, omai divenute fondo, assai vicina alla superficie dell' acqua medesima; e però questa ne può risentire più facilmente i ritardamenti, e non ha sufficiente altezza di corpo per superarli: anzi quanto più si è alzato il fondo verso l'origine, tanto minore è la nativa velocità conceputa nella minore discesa, e però si trova di avere maggiore svantaggio per vincere gli ostacoli opposti al suo moto.

XV Essendo adunque determinata come sopra la linea del nuovo fondo, che nelle parti superiori s'alza ancora più, che non aveva supposto il Signor T., ed avendola difesa da ciò, che è stato a lui opposto, e che molto più si poteva opporre al mio detto, resta di vedere, se ne debbano seguire i temuti effetti dell' inondazione delle ripe alte in tempo di escrescenze, allagamento continuo delle basse, corrosione de' terreni circonvicini, ed impedimento di scoli delle campagne adiacenti: il che dipende dall' accordare il fatto, cioè dall' osservazione dell' altezza delle piene ordinarie, e straordinarie dell' Era, e da livelli di ciascun sito particolare. Al mio intento basterà per ora di avere qualche indizio certo dell' altezza delle massime piene; lasciando ad altri l' entrare nel calcolo delle medie sezioni, con ridurli a rettangoli, o a trapezii (i quali ritenendo nella stessa altezza la medesima larghezza di mezzo, comunque poi si ristringa la base inferiore, e si allarghi la superiore, sono veramente della stessa assoluta capacità; ma non per questo sono sufficienti a scaricare la stessa quantità d' acqua in un dato tempo, perchè nello spazio che si perde di sotto, e che si acquista di sopra, non vi è la stessa velocità di moto) perchè conosco essere troppo incerto cotal metodo, ed a molti equivoci soggetto. Si apportano alcuni segni lasciati dalle piene ultime in altezza di braccia sei, e cinque ottavi, vicino allo sbocco del Recinaio, ed altri verso il luogo della pretesa Steccaia di braccia 8. e sotto lo sbocco del Roglio di braccia 10. 7. 8. ed alla Croce murata nella fornace del Signor M. N. braccia 13. 5. 7. i quali non sono vestigi della medesima piena, ma di varie, e diverse, essendo certissima regola, che le piene si fanno più alte lontano, che vicino allo sbocco de' fiumi nel mare, o in altri recipienti. Così determina il Galileo nella sua *lettera di risposta al Bertizolo* stampata *sul fine del Tomo secondo* nell' ultima edizione dell' Opere di quel grand' Uomo fatta in Firenze, avvertendo egli, che la maggiore velocità esercitata dall' acque nelle piene possa procedere (almeno in parte) dalla pendenza maggiore, in cui si dispone la superficie de' fiumi, che verso il mare non si alza un braccio, anzi sopra il livello di esso va finalmente a spianarsi, laddove in lontananza di venti, o 30. miglia si alzerà ben dieci, o dodici braccia, e così nelle parti superiori viepiù si ammonta, facendo un declive più precipitoso, che non è la pendenza dell' alveo suo proprio. Così il P. Abate Castelli *nel Coroll.* 14. *del suo Discorso della natura dell' acque*, *e in due Relazioni sopra l' acqua del terri-*

ritorio di Pisa stampate nell'opera del Barattieri, ed in questa raccolta, insegnando che al Po dieci miglia lontano dal mare bastano gli argini di 12. piedi d'altezza, ma in lontananza di cinquanta miglia, non sono sufficienti a capirlo argini d'altezza di 20 piedi; e che in vedere Arno presso la marina alzarsi un mezzo braccio, si può inferire legittimamente, che a Pisa ben sei, o sette braccia siasi rialzato, e vie più nelle parti superiori, dove ha minore velocità. Così Gio: Battista Aleotti d'Argenta *ne' discorsi, che fa sopra l' acque del Ferrarese*. Così il Barattieri *Prop. 1. lib. 6. Coroll. 10. dell' Architettura dell' acque*. Così il Dechales *nel tom. 3. del suo Mondo Mattematico alla Prop. 45. de Fontibus naturalibus*. Così il Dottor Guglielmini *della natura de' fiumi cap. 8. prop* 2. e così finalmente ci dimostra la natura colla continua sperienza.

XVI. Il che posto; attenendosi solamente all'indizio più indubitato delle massime piene preso alla Croce della fornace suddetta d'altezza di braccia 13. 5. 2. è manifestissimo, che ne' luoghi superiori alla pescaia saranno abili le piene ad alzarsi, fino in braccia 14. ovvero 15., ed anche 16. e quanto appunto sono elevate le ripe più alte lungo il corso del fiume, che se il fondo verrà ad alzarsi, dopo l'erezione della pescaia, braccia 8. 6. 8. o poco meno in maggiore lontananza, quando solamente le piene giungere dovessero all'altezza segnata nella detta fornace (di cui non possono giammai, secondo le precedenti dottrine, esser minori ne' luoghi superiori) di braccia 13. 5 2. ognuno vede, che l'altezza di esse piene, unita al rialzamento del letto del fiume, sarebbe di braccia 21. 11. 10 e tanto richiederebbesi d'altezza nelle ripe alte, per contenere le massime piene: ma la maggiore altezza che si trovi nelle suddette ripe dal più basso fondo contiguo del fiume, e come nel profilo XIV. di braccia 18. 18. 2. adunque mancano braccia 2. 13. 8. alle ripe più alte, per contenere le massime piene; ed a quelle sponde, che appena si alzano 16 braccia, ne mancano quasi 6. braccia; e però è evidente il pericolo di doversi inondare tutte le campagne circonvicine dall'una, e dall'altra parte del fiume. E tanto più, quanto che le braccia 18. 6. 8. detratte al di sotto per lo riempimento del fondo, cagionato dalla pescaia, tolgono all'acque quella maggior discesa, che ivi dovrebbero avere, ed in conseguenza scemano ad esse la consueta velocità, per cui più presto si scaricavano; il che cagionerà un maggiore rincollo, ed un più alto ricrescimento; la quale considerazione, aggiunta al riflesso di non avere accresciuta di nulla nelle parti superiori (come di ragione dovevasi) la supposizione dell'altezza delle piene cavata dal suddetto segno della fornace, abbondantemente può compensare qualunque defalco si possa pretendere che debba farsi al calcolo precedente in riguardo della maggiore ampiezza del fiume sollevato, o per altre inspezioni, le quali poco giovano a diminuire l'effetto delle piene: più operando in esse un palmo di maggiore altezza, che cento braccia di maggiore larghezza con pochissima profondità. Nè punto mi persuade la dottrina di chi pretende, che ne per 8. nè 100. braccia di più, o di meno, che discenda un fiume, venga ad accrescersi, o diminuirsi in esso la velocità, che per gl'impedimenti incontrati in sì lungo corso già si suppone ridotta all'equabilità; imperocchè, se consulteremo le dottrine di Cristiano Ugenio, del Leibnizio, del Varignon, ed altri celebri Mattematici moderni, è falso in rigore, che i gravi cadenti, per qualunque resistenza incontrino, cessino mai di accellerarsi: anzi sempre vanno accrescendo le velocità loro, mal grado gl'impedimenti incontrati pel viaggio, sebbene questi augumenti di velocità si faranno continuamente minori, senza però giammai del tutto annul-

annullarſi. E quando pure giungano a tanto gl' impedimenti laterali, di rendere equabile il corſo dell'acqua, che va ſtriſciando lungo le ſponde, o radendo il fondo, non potrebbe ſtenderſi queſto effetto alle parti medie del corpo dell'acqua, lontaniſſime da detti impedimenti, come già di ſopra *al num.* 14. fu notato.

XVII. Ma quando ancora non doveſſe giammai alzare le piene a braccia 13. 5. 2. come moſtra il ſegno della fornace, nè alle braccia 15. 10 8. che moſtrarono alcuni veſtigi della piena notati ſopra i pioppi del Sig. Q. il che aſſai maggiori eſorbitanze cagionerebbe; non ſi può già recare in dubbio l'altezza delle piene ordinarie di braccia 8. al luogo della peſcaia, accordate nella Scrittura del Sig. M. come idonee a formarvi ſopra il calcolo più aggiuſtato. Ora queſta altezza dovrà ſenza dubbio eſſere alquanto maggiore ne' luoghi ſuperiori, per le dottrine di già citate; e però quando ſi conſenta ſolamente, che giunger poſſa alle 9. braccia, o al più dieci, ſi comporrà col rialzamento del fiume un'altezza maggiore di quella di molte ripe, come nelle ſezioni VIII. IX. ed altre ſeguenti. Anzi ritenendo la ſola miſura di braccia 8 ſenza alterarla, ed aggiungendogli l' altezza del fondo di braccia 8. 6. 8. ſi fa pure un altezza di braccia 16. 6. 8. ed ecco ſopraffatte dall' acqua l'altezze delle ſponde nella ſezione X. che ſono di braccia 15. 7. 8. e di quelle della ſezione XII che ſolamente ſono di braccia 16 come dunque ſi può negare, che l'alzamento cagionato dalla peſcaia non debba nelle maſſime piene far ſoverchiare tutte le ripe alte, e nelle piene ordinarie almeno alcuna di eſſe, rimanendo così inondati immenſi tratti di terreni adiacenti, con pregiudizio inevitabile di chi li poſſiede.

XVIII. Nè è da tener poco conto dell' altro contraſſegno delle piene ponderato dal Signor T, che ſono gli effetti poſti nelle ripe baſſe, i quali moſtrano d'eſſere ſtati ricolmati dalle piene, che vi paſſarono ſopra con un corpo d'acqua atto a depoſitarvi tal materia, il che non poteva otteneſi con altezza minore di tre quarti di braccio da lui ſuppoſta, come ſi vede nelle colmature artifiziali, non potendovi fare notabile ſedimento l' altezza d'un quarto ſolo di braccio ſuppoſta dal Sig. G. e dal Sig. M. onde conviene, che le piene maſſime giugneſſero all' altezza di braccia 13. 14. 2., o almeno di braccia 12. 13. 4. di braccia 11. e braccia 10. eſſendo tali le miſure dell'altezza delle ripe baſſe, quando ancora non ſi tenga conto di quel maggior corpo d'acqua, con cui doveſſero eſſere ricoperte, nè dell'abbaſſamento che avranno fatto, dal tempo in cui furono ricolmate fino al dì d'oggi, perchè non occorre, nè fa di biſogno il fare più minuto, e rigoroſo calcolo, quando già di ſopra ſi è dimoſtrato, che con altezza di piena minore di braccia 10. ne ſeguirà, dopo il rialzamento del fondo del fiume, l'eſcreſcenza dell'acque ſopra molte delle ripe alte, ed in conſeguenza l'inondazione irreparabile delle campagne.

XIX. Ma quando pure tutto ciò fuſſe un pericolo mal fondato, o che da altre non avvertite circoſtanze poteſſe il male temuto ricevere qualche compenſo: almeno è evidente il pregiudizio de' beni di ripa baſſa, la maggior parte de' quali rimarrà ſottopoſta continuamente all'acqua, e convertita in letto di fiume, per eſſere l' altezza loro ſolamente di braccia 8. ovvero 7. 15 4. ovvero 6. 15. 0. e per fino à 5 9. 4 quando il rialzamento del fondo ſarà di braccia 8. 6 8 o poco meno in maggiore lontananza della peſcaia. Nè giova il dire, che in tratto ſucceſſivo di tempo ſaranno di nuovo ricolmati ancora queſti terreni, perchè queſto è un beneſizio molto lontano, e da ~~[illegible]~~ sperarsi ſolamente da' pronipoti, il quale be-

neſi-

nefizio non compensa il danno imminente di chi si vedrà in oggi spogliato del frutto de' suoi terreni, acquistati coll' industria, e sudore di molti anni da' suoi antenati. Oltre di che la ricolmatura a buon conto sarà di sassi, di ghiaia, e di rena, ed altra materia grossa, che si porta dal fondo del fiume, e non di fiore di terra fruttifera, quale presentemente si deposita in essi terreni dall' acque più alte; e però niun vantaggio, ma bensì un certissimo pregiudizio si può quindi aspettare.

XX. Essendo poi il terreno superiore delle ripe alte assai franabile, solamente col giungnere l' acque ordinate dell' Era a bagnare il piede di esse, dovrà succedervi corrosione; ed ecco cadere a brani le medesime, e perdere appoco appoco i poderi de' particolari, ed il fiume viepiù torcere il suo corso, ben lungi dal potersi in dette circostanze escavare una via più diritta, per cui possa con maggiore velocità scaricare le sue acque, come suppone la parte avversa.

XXI. Finalmente gli sbocchi, e scoli del Recinaio, di Saltera, dell' Albero, del Bottrino, del Mezzo piano, e di Camugliano perderanno la loro necessaria caduta, alzandosi anch' essi per lo rialzamento dell' Era, in cui mettono foce, e molto più in tempo di piene rigurgiteranno allo 'ndietro, cagionando col rincollo dell' acque gravissimi pregiudizi alle campagne, rendute prive de' necessari scoli, le quali rimanendo coperte dall'acque, non potranno essere ne' tempi debiti seminate, e coltivate, con gran danno di tutto il vicino paese; e le strade restando sommerse, ed allagate, e guaste da questi rincolli, non potranno, se non con gran spesa, essere dalle Comunità riparate, o preservate dall' imminente rovina, per mantenere il necessario commercio fra' popoli confinanti.

XXII. Questo è quanto in sì breve tempo ho potuto considerare circa gli effetti, che aspettare si debbano dall' alzamento della pescaia a tenore delle notizie partecipatemi. Non dubito, che molte altre riflessioni ci somministrerebbe l' oculare ispezione del luogo, col riscontro de' più indubitati vestigi dell' altezze delle piene: le quali se, per relazione di molti sono talvolta giunte a soverchiare le ripe alte nello stato presente del fiume; quanto più frequentemente, e con quanto maggior copia il farebbero in avvenire, alzandosi il letto del fiume per la nuova pescaia, mentre la superficie delle dette ripe si va piuttosto abbassando, perciò che ne consuma la coltivazione, e che le piogge seco ne tirano abbasso? E se oculari testimoni affermano, essere giunte le piene ordinarie nel luogo, ove si pretende fabbricare la pescaia, a lasciare poco più di due braccia di vivo nelle sponde del fiume, come nella sua relazione asserisce il Capitan S., chi non vede, che l' alzamento ancora di due braccia sole, non che 8. 6. 8. di pescaia, metterebbe in pericolo d' inondazione tutto il paese? Non si ricercano già calcoli troppo astrusi per mettere in tutto il suo lume, avanti l' occhio di Giudici tanto avveduti la certezza, e la gravità del danno imminente al publico: nè vi abbisognano molte allegazioni di Testi, per dimostrare, quanto questo preponderi ad un privato, e non necessario vantaggio.

NUOVE CONSIDERAZIONI DEL P. ABATE GRANDI

Fatte dopo l' Acceßo del meſe di Giugno dell' Anno 1714.

Sopra la controverſia vertente fra gl' Illuſtriſſimi Signori Marcheſi R. e N.

Circa la preteſa erezione d' una Peſcaia nell' Era, ad uſo d' un nuovo mulino.

Agl' Illuſtriſs. Sig.mi Giudici della Cauſa.

Illuſtriſſimi Signori.

I. NOn fu con vana conghiettura, o con troppo animoſa fidanza da me aſſerito nell' ultimo paragrafo della mia Scrittura precedente, pubblicata ſopra di queſta controverſia avanti l' ultimo Acceſſo delle SS Loro Illuſtriſs. *che molte altre rifleſſioni ci rimarrebbero a fare nell' oculare iſpezione del luogo*, per confermare l' evidenza, ed importanza del pregiudizio imminente a tutta la campagna circonvicina, dal preteſo alzamento della conſaputa peſcaia, che ad uſo d' un nuovo mulino deſidera fabbricare nell' Era l' Illuſt. Sig Marcheſe N., immaginandomi fin d' allora, non ſenza gran fondamento, che tutte le prove indotte, e da indurſi a favore dell' intenzione di lui, avrebbero piuttoſto militato a prò della cauſa da noi difeſa; imperocchè, avendo la verità mille riſcontri, non ſi poteva dubitare, che oltre i motivi già da noi l' altra volta conſiderati, per giuſtificare l' oppoſizione fatta a cotal edifizio dall' Illuſtriſſimo Sig. Marcheſe R. ed altri conſorti di lite, ſi ſarebbero ſcoperte ſempre nuove circoſtanze, per le quali ſi doveſſe eſcludere ogni preteſto della parte avverſa, e vie più mettere in chiaro la giuſtizia, e ſuſſiſtenza de' motivi, co' quali è ſtata oppugnata l' erezione della ſuddetta peſcaia, confutan-

futandosi evidentemente ogni eccezione contrapposta alla forza de' nostri argumenti,

II. In fatti l'esito medesimo dell'ultimo accesso richiesto alla Parte avversa per fortificare la sua intenzione, in vece di concludere ciò che da essa si pretendeva di provare, ha dimostrato più manifestamente la forza incontrastabile delle dottrine, e delle ragioni addotte dal canto nostro, per muovere l'animo de'Giudici a non permettere novità veruna in questo fiume, con tanto, e sì evidente pericolo de'pubblici, e de' privati interessi, essendo già pur troppo formidabile a' confinanti nello stato presente l'orgoglio nativo delle sue altissime piene, ed il continovo rialzamento indubitabile del suo fondo, senza che si lasci congiurare l'arte colla natura a' danni di sì vaste, e sì fiorite campagne, sollevando, con nuovi sostegni, a posto più vantaggioso, un sì temuto, e sì potente nemico, e dandogli maggior comodo, acciocchè con più gagliardi, e più spessi assalti, possa devastarle, e disperderle.

III Non credo, che al purgatissimo giudizio delle SS. Loro Illustrissime possano comparire per sospette di esagerazione le mie parole, non pretendendo io fondarle, che sopra le certissime osservazioni fatte sul luogo, delle quali gli occhi loro medesimi sono indubitati fedelissimi testimonj; e tanto più, che non è proprio della mia professione il mascherare con apparenza di verità le bugie, o il colorire con artifiziose espressioni la falsità; pertanto brevemente venendo al punto della presente controversia, mi giova il ridurre loro a memoria ciò, che molto giudiziosamente avvertì nel suo dotto Parere il Signor Dottor Manfredi, il quale apportò quanto di più forte, e di più fondato potesse considerarsi a favore della Parte avversa, supposta la verità de' documenti somministrarigli, notando, che tutta la mole di questa famosa contesa si dee raggirare sopra questi due cardini. Primo, se fatta la pescaia pretesa nel sito divisato, e dell'altezza prefissa di braccia 8. e un terzo, sia per succedere nella parte superiore del fiume quel riempimento, che rappresentò nella sua relazione il Signor T., o se debba essere molto minore. Secondo, se le massime piene dell'Era siano tali, che alzandosi sopra il nuovo letto del fiume, soverchiare debbano le stesse ripe più alte, non che le basse, con inondazione delle campagne, e con tant'altri pregiudizj, già considerati dal medesimo Signor T., o pure se potranno quelle capire tuttavia nella cassa naturale del fiume, ovviandosi ad ogni pericolo, o ritrovandovi opportuno compenso.

IV. Già circa al primo è stato da me dimostrato nella prima Scrittura num. 8. 9. 10. 11. e 12. dover succedere piuttosto alquanto maggiore, che minore il rialzamento, e doversi per più lungo tratto continovare, di quello, che aveva da principio supposto il Signor T., come provano le ragioni, e le autorità da me addotte; e sarebbe cosa superflua il ritoccar quì questo punto, quando altre opposizioni, di chi credesse dimostrare il contrario, non ci obbligassero a qualche replica in confermazione, di quanto ivi ho provato. Ma circa il secondo punto, sebbene ho detto quanto basta nella suddetta Scrittura a' numeri susseguenti, dimostrando, che o tutte, o almeno alcune delle ripe alte, fatta che sia la pescaia, rimarranno soggette alle piene ancora ordinarie di sole braccia 8. non che alle straordinarie di braccia 13 e 15. dalle quali prima erano esenti, e che la maggior parte delle ripe basse diventerà letto ordinario del fiume, convertendosi in greto tanti terreni, che in esse sono già coltivati, al che succedere doveranno nell'alte sponde maggiori le corrosioni, la perdita della ne-

necessaria caduta negli scoli delle campagne, con danno irreparabile delle medesime, e con la rovina delle pubbliche strade ec. tuttavolta mi rimaneva ancora da confutare una considerazione fatta in contrario dalla Parte avversa, e brevemente indicata nella Scrittura del Signor Manfredi, pagina 6. cioè, che l'altezza delle piene non debba misurarsi dall' altezza degli effetti di ripa bassa, perchè quando questi siano stati ricolmati dalle torbide ivi deposte dal fiume nelle sue piene, come aveva asserito il Signor T., e come ancora fu da me comprovato nella precedente Scrittura, num. 18. ciò poteva essere seguito *in tempo, che l'Era aveva molte pescaie, che ne tenevano il fondo più sollevato*, pretendendo la Parte avversa, che ora siasi profondato il letto del fiume, onde le dette ripe basse rimangano esenti dalle piene, e perciò non sussista la misura accennata di essa, ma vi sia luogo al rialzamento preteso d' una altra pescaia, senza pericolo che perciò inondate vengano le campagne circonvicine. Un tale riflesso, sebbene colle regole generali, e colle particolari notizie del medesimo fiume, agevolmente confutar si poteva: fu però da me per allora dissimulato, perchè essendosi appunto intimato quest'ultimo accesso, per concludere, coll'ispezione oculare, la pretesa evidenza di questo fatto, stimai meglio il differirne l'impugnazione a questo tempo, in cui l'osservazione di tutte le circostanze del luogo ci averebbe maggior lume somministrato, per discorrere sopra la sussistenza di questo supposto.

V. Ad oggetto adunque di mostrare questo preteso abbassamento dell'alveo nell'Era, furono condotte le SS. loro Illustrissime il dì 2. Giugno all' accesso del luogo verso il confine di Camugliano, e di Ponsacco, e furono fatte loro osservare certe vestigia d' alcune muraglie, che dall' acqua bassa si vedevano spuntare, le quali si pretendevano dalla Parte avversa essere le fondamenta di un antico mulino, che ivi avesse parecchj braccia al disopra, un tempo fa, alzata la sua pescaia, credendo di mostrare, come essendosi questa rovinata si fosse con essa profondato il letto del fiume. Veduto il luogo, riconosciuta la disposizione de' muri suddetti, fattane la pianta, misuratene le grossezze, scandagliatane la profondità, non vi fu mai verso di trovare indizio alcuno, che con qualche verisimiglianza, non che con evidenza, come richiedeva il bisogno della parte, concludesse essere quelli veramente i fondamenti del mulino preteso, o d' alcuna sua parte, o reliquie dell'ale della supposta pescaia, anzi si vidde, e si toccò, per così dire, con mano, quelli non poter essere fondamenti scoperti dal fiume profondato, ma bensì parti molto alte, e forse più vicine al tetto, che al fondamento; almeno alcun contrassegno non fu mostrato, per cui si potesse convincere, chi nel dubbio dell'essere le muraglie inferiori, o superiori al mezzo dell'edifizio, rimanesse per molti verisimili riscontri, che si notarono, più inclinato a credere il secondo, che il primo di questi due supposti.

VI. Imperocchè la materia certamente era di mattoni ordinarj, di lavoro cotto, non di sassi, o pietre grosse, o cantoni, o pezzi di smalto, quali buttare si sogliono, e collegare col getto nelle fondamenta di simili fabbriche fatte nell'acqua; sicchè non ci dava certo argumento, per credere quelle mura, quali ci venivano supposte, ma piuttosto quali già da noi si erano immaginate. Quanto alla forma di esse, nè pur questa era propria per dimostrare ciò, che dalla Parte avversa si pretendeva: essendo le dette mura tirate a filo dirittamente, ed alzate a piombo, in un piano verticale, senza veruna scarpa; il che non suol praticarsi, e talvolta nè meno è possibile il farlo nelle buche, e fosse de' fondamenti, ma bensì nelle parti supe-

periori cavate già fuor di terra, e ciò che più è da notarsi, la grossezza delle dette muraglie era solamente delle seguenti misure, cioè, alcune di un braccio, e soldi 9. altre di braccia uno solo, e per fino alcune solamente di cinque sesti, niuna delle quali è propria per fondare uno stabile edifizio fatto per resistere all'impeto d'un acqua tanto precipitosa, e per servire ad un uso tanto importante; quale è quello di un mulino a più palmenti; essendochè, se così scarsa era la grossezza delle basi di questa fabbrica, sarebbero stati secondo la pratica degli Architetti antichi, e moderni, circa il doppio più stretti i muri alzativi sopra, cioè i più grossi sarebbero stati di tre quarti di braccio, altri di un mezzo, e per fino alcuni di due quinti solamente; nè pare verisimile, che si arrischiassero i Padroni del luogo di esporre alla corrente di un fiume, il quale sì spesso con alte, e rapidissime piene si fa sentire orgoglioso, mura cotanto deboli, appoggiando ad esse un edifizio di cotal conseguenza.

VII. Sarebbero veramente bastati, senz'altre diligenze, questi soli riflessi per confutare le pretensioni della Parte avversa, giacchè ad essa tocca il peso di provare concludentemente ciò, che contro ogni presunzione di ragione, e di fatto asserisce. Tutta volta, per mostrare quanto ragionevole sia la nostra negativa, non intendendo d'assumerci per questo la briga di provare positivamente l'intento nostro, ma solo di corroborare la risposta data, per soprabbondanza di chiarezza del punto controverso, e per mostrare quanto ci sia a cuore lo scoprire unicamente la verità del fatto, si fece tentare alla presenza delle SS. loro Illustrissime con un palo di ferro lungo braccia 9 il fondo del fiume, e si trovarono varj suoli, di belletta, di ghiaia, e di rena, l'uno sopra all'altro alternatamente disposti, come si riconosceva dal particolar suono, o rimbombo, dal diverso urto, e varia cedenza incontrata nel penetrare più addentro: e si notò che in alcuni luoghi s'infondeva tutta la lunghezza del suddetto palo perpendicolarmente dentro il letto del fiume, senza intoppare in cosa di gran resistenza, che lo fermasse, altrove poi entrava fino alla profondità di braccia 7. in circa, ritirandosi poscia insù colla punta rosseggiante di mattone stritolato dalla forza, con cui si premeva quell'asta all'ingiù; il che dà un indizio assai più forte, dell'essere il fiume rialzato con varj suoli di materie diverse da esso deposte, e del ritrovarsi le fondamenta della pescaia, o d'altre fabbriche ivi rovinate, o piuttosto qualche resto delle materie rimastevi dalle rovine di esse, parecchj braccia sotto il letto presente sepolte. Almeno si sà, che un simile tentativo, col medesimo successo per appunto, praticato in Pisa l'Anno 1680 nel fiume Arno dal Signor Cornelio Meyer Ingegnere Olandese, fu giudicato un manifesto contrassegno del continuo rialzamento di quel fiume reale, come egli stesso racconta nella relazione, che ne stampò, dicendo: *Che da queste deposizioni si sia inalzato il fondo d'Arno, e che tal rialzamento giornalmente anche si augumenta, dimostrò chiaramente l'esperienza, mentre nel pigliare le misure dell'altezza dell'acque di esso fiume, fu osservato, col posare l'asta [colla quale si pigliano le dette misure] sul fondo dell'alveo, incontrarsi in arene alquanto intostite nella superficie, e premendo la medesima asta con poca più forza al basso, sentire essa passare per un suolo di terreno più molle, e meno resistente del primo, e continuando a premere dett'asta, sfondare poi per un altro ordine di terreno poco differente dal secondo. La quale diversità dalle dette materie terree disposte l'una sopra all'altra di qualità differente, indiziava ben chiaro, essere quelle quei cavalli di terra, che dall'acque in diversi tempi erano state deposte dentro l'alveo del medesimo fiume.*

VIII. Non credo che possa sognarsi veruna diversità, tra la nostra sperien-

rienza fatta nell' Era col palo di ferro, e quella dell' Olandese fatta in Arno coll' asta di legno, se non che lo strumento da noi adoperato era più a proposito all' intento nostro, nè si richiedeva meno, per la diversa condizione di questo fiume, che di tanto in tanto ci opponeva de' suoli di ghiaja da penetrare, e non di semplice rena, e terra, quale si depone dall' Arno vicino a Pisa; del resto ognuno ben vede, che similissimo è il caso, e la medesima esser debbe la conclusione del rialzamento dell' alveo, che manifestamente quindi si può dedurre. E tanto più, quanto, che tentando col medesimo palo ancora appresso alle mura già mentovate, si sfondava all' ingiù, senza mai trovare la risega de' fondamenti, o le palificate, o il terreno di pancone sodo, e stabile, dove piantati fossero; siccome le dette riseghe nè meno si poterono ritrovare da' nuotatori, che d' ambe le parti si mandarono sotto acqua per ricercarle. Tanto è vero, che le osservazioni fatte nel fiume sono più favorevoli alla nostra, che all' avversa Parte, e che se a noi toccasse il dimostrare il rialzamento del letto di esso, non ci mancherebbero evidentissimi contrassegni di ciò, potendosi dalle accennate circostanze certamente concludere, che le muraglie osservate non sono altrimenti le fondamenta del preteso mulino, ma sono le parti superiori, che già furono molto alte da terra, ed ora rimase sono sorrenate dal predetto rialzamento del fiume.

IX. In confermazione di che, parmi che si potesse ancora dalla sola disposizione del luogo riconoscere, se nel sito di cui si tratta, potesse mai in tempo alcuno esservi alzato l' edifizio di una pescaia, o fosse di mattoni, o di legno solamente costituita, ed eretta sopra il piano delle accennate muraglie, o se piuttosto dovesse rimanere del tutto sepolta a un gran pezzo sotto il presente livello. Imperocchè, se si concepisce dal detto piano in sù alzata una steccaia, si vede assai manifesto, che solamente dalla banda di Camugliano averebbe questa la ripa alta, che servire le potrebbe di sufficiente appoggio; ma dalla banda opposta, che riguarda verso la Cava, dove potrebbe mai ficcare la sua testata, se si vede ivi terminare il pelo dell' acqua bassa presente nella spiaggia di un vasto renajo, e di un bassissimo greto, per lungo tratto disteso? Dove potrebbe mai essere fiancheggiata per di sotto, e collegata per di sopra con alte sponde, secondo il bisogno di chiudere la cassa, e serrare il recinto dell' acque, a fine di mandarle unite a' ritrecini del mulino eretto sopra le pretese fondamenta, che dal pelo dell' acqua bassa presente spuntare si vedono? Egli è pur chiaro, e manifesto da tutto ciò, che solamente dal fondo, che ora ci dimostra il fiume, allo ingiù esser poteva detta pescaia, se doveva esser fatta a proposito, e riuscire adattata al fine, per cui una volta fu eretta.

X. Ma quando tuttociò, che fino adesso si è considerato, fosse soggetto a qualche ombra di dubbio, basta dare un' altra occhiata alle suddette muraglie, per finire di chiarirci di questa verità. S' incontrano queste mura in un angolo retto dentro del fiume, dove formano un canto vivo, pulitamente condotto da ambe le parti, senza veruna intaccatura, o interrompimento, o segno di morsa, per cui si potesse supporre quell' edifizio collegato coll' annessa pescaia; il che parimente dimostra, essere le predette mura superiori al comignolo di qualsivoglia chiusa, che una volta vi fosse, o di legno, o di mattoni, che in qualche modo avrebbe dovuto unire, e connettersi colla fabbrica del mulino, e ne sarebbe rimaso alcun vestigio in queste reliquie, se fossero le parti inferiori, e fondamentali del suo recinto; che però non essendoci stato ciò mostrato dalla Parte avversa, nè ritrovato da' nuotatori, è forza il concludere, che solamente molto al di-

al disotto potesse la steccaia con queste mura collegarsi, ed in conseguenza resta evidentissimo, che il letto del fiume siasi da quel tempo in quà rialzato, e non abbassato, anzi può credersi con gran verisimiglianza, che il predetto rialzamento sia stata l' unica, o almeno la principale cagione dell'abbandonamento di questo mulino, come a tant' altri, ne' fiumi circonvicini, si sa di certo essere accaduto.

XI. E senza dilungarci gran fatto dall' Era, già le SS. Loro Illustrissime viddero manifestamente quest'effetto seguito nel mulino, che in oggi è de' SS. Bianconi, posto sul fiume Roglio, poco di sopra al suo sbocco in Era, nel confine di Treggiaja, luogo detto il Mulinuccio. Il carceriere di questo mulino dismesso, già da gran tempo in quà, era convertito in una Cantina, a cui si scendeva per parecchj scalini, e fatte rimuovere le botti, scavando di sotto poi la terra, si scoperse un tronco dello stile, che andava già a' ritrecini, tutto sepolto nella mota, rimaso però nel suo sito di prima, eretto all' orizzonte, e poi maggiormente affondando, si ritrovò la buchetta, con una doccia di quercia, per condurre l' acqua a' ritrecini, e poco sotto si scopersero le cucchiaja, e finalmente si arrivò al pancone sodo, sopra di cui era piantato lo stile suddetto co' suoi arnesi; il qual pancone si dimostrò molto inferiore al letto presente del Roglio, ed attesa tutta la disposizione, che è necessaria a questo edifizio, per renderlo macinante, si raccoglie, che siasi da quel tempo in quà rialzato il fondo del detto fiume, almeno per braccia 6. e tre quarti, come mostra la pianta, ed il disegno, che ne fu fatto; e siccome da tale rialzamento appunto è rimaso questo mulino sotterrato, e sepolto, e renduto inutile all' uso suo; così è molto più verisimile, che accadesse al mulino dell' Era, di quello che sia il supporlo abbatuto sino a' suoi fondamenti, per la rovina pretesa della pescaia, ed abbassamento consecutivo del fondo del fiume, come s'immagina la Parte avversa.

XII. Ma che dico io più verisimile, se anzi è certo, e necessario per l' indubitata connessione dell' uno, e dell' altro? Il Roglio sbocca nell' Era poco sopra al luogo, dove si dice che fosse il mulino del confine di Camugliano: se ivi l' Era fusse stata più alta di quello che sia in oggi, quando il Roglio era oltre a braccia 6. più fondo, ci sarebbe voluta la Coclea di Archimede, per tirare questo all' insù, e farlo sboccare in quella. Oppure se al contrario, per esser l' Era più alta, fosse stato conseguentemente ancora il Roglio più ~~alto~~ dello stato presente, come averebbe dovuto essere per iscaricare in essa le sue acque; ebbero molto poco cervello quelli, che fecero fabbricare il mulino, che in oggi è de' SS Bianconi, perchè era impossibile, che macinasse, dovendo i suoi ritrecini affogare nell'acqua, per non potersi questa esitare da un sito cotanto basso in un più alto, mancandovi la necessaria caduta alla gora, quando ancora si fosse potuta mandare a sboccare nel Roglio vicinissimo al luogo, dove questo influiva nell' Era; il che però, attesa la disposizione del luogo, sarebbe stato impossibile. Ma ciò non si può asserire, trovandosi, che ne' tempi andati questo mulino benissimo macinasse, mentre pagava l' Anno 1550. di canone al suo Padrone diretto sacca 100. di grano. Dunque ec.

XIII. Nè parmi che molto importi a questo proposito la distinzione del tempo, in cui questi due mulini del Roglio, e dell' Era lavoravano, perchè quando ancora la parte avversa provasse, che quello del Roglio fosse edificato posteriormente a quello dell' Era, dopo il suo preteso abbassamento, avanti però l'età più moderna, in cui si trova, che si rialzi (quasi che si potesse supporre in questo fiume qualche ignoto periodo, con cui a vi-

a vicenda ſi vada alzando, e abbaſſando, facendo come all'altalena, e li-
brandoſi ora in sù, ora in giù, non ſo con qual regola, del che ſe ne
aſpettano più certe riprove) a noi baſta per l'intento noſtro, che *ab
immemorabili* foſſe in eſſere il ſuddetto mulino del Bianconi, e una volta
macinaſſe, per concludere, che da tempo immemorabile altresì abbia co-
minciato il Roglio ad alzarſi di fondo, eſſendo già ſtato più baſſo, che non
è di preſente, ed in conſeguenza, che altresì avanti ogni memoria d'Uo-
mini l'Era ſi vada alzando, eſſendo già inferiore di letto, e non ſuperio-
re al fondo preſente. Se poi *in diebus illis*, due mil' anni fa, o al tempo
del Diluvio, camminaſſe l'Era più alta, che non è ora, anzi paſſeggiaſſe
ſul doſſo di queſte colline, o piuttoſto andaſſe ſerpendo per vallate molto
più profonde di adeſſo, lo laſcieremo indagare a chi è curioſo di tali pe-
regrine notizie; e riceveremo con tutta indifferenza ciò, che dagli Anti-
quarj più eruditi ſarà ſopra di queſto fatto determinato, perchè queſto
punto non pregiudica, e non favoriſce il merito della cauſa, che abbia-
mo per le mani, in cui ſi cerca, ſe foſſe ben fondata dal Signor T la mi-
ſura delle maſſime piene, coll'altezza degli effetti di ripa baſſa, per eſſe-
re queſti ricolmati, non molti ſecoli addietro, e perchè ſi vanno ſucceſſi-
vamente ricolmando ancora a' giorni noſtri, e rendendoſi abili ad eſſere
coltivati, colle depoſizioni fattevi dalle medeſime piene, che in oggi, ed
a memoria degli ſteſſi bambini, non che de' vecchi del paeſe, vi paſſano
ſopra, e non colle torbe del tempo di Noè, o di Deucalione.

XIV. Ma ſe alcuno deſideraſſe di trovare nel medeſimo fiume Era l'
eſempio di una peſcaia ſotterrata, per potere più direttamente arguire, qual
poſſa eſſere ſtata la cagione dell'eſſerſi abbandonato, e diſmeſſo il mulino,
che fu nel confine di Camugliano, e di Ponſacco, baſta andare a vedere
ciò che è accaduto al mulino di Ripa bianca di S. A. R. Si ricorderanno
le SS. Loro Illuſtriſſime, che il dì 15. Giugno furono condotte alla viſita
del ſuddetto mulino, che è circa a ſette miglia ſopra il luogo, dove il Si-
gnor Marcheſe N. pretende di fare la ſua nuova peſcaia, ad oggetto prin-
cipalmente di far loro oſſervare la gran quantità di terreni coltivati nelle
ripe baſſe dell'Era, perchè quindi poteſſero far concetto, almeno così all'
ingroſſo, dell'immenſo pregiudizio, che ſarebbe per apportare l'alzamen-
to della preteſa ſteccata del Signor Marcheſe N., e quanto vaſte campagne
fioritiſſime ne rimarrebbero deſolate, dovendo proporzionatamente rialzar-
ſi (come dimoſtrai nella prima Scrittura) il letto del fiume, dalla creſta
di detta peſcaia, fino ad altro nuovo ſoſtegno, da cui venga interrotto il
corſo dell'Era, il quale ſuperiore ſoſtegno ſi ritrovava eſſere appunto la
ſuddetta ſteccaia del mulino di Ripa bianca. In occaſione adunque di co-
tal viſita, ſi riconobbe la detta ſteccaia in gran parte ſotterrata, e ſepolta
dal rialzamento del fiume, avendo perciò perduta tutta l'altezza del bat-
tiſoglio, con parte ancora della ſua pendenza: per riſarcimento del qual di-
fetto erano ſtati alzati ſopra la creſta di detta peſcaia tavoloni di quercia
alti cinque ſeſti di braccio, e conſeguentemente rialzati tutti i ritrecini;
tanto è vero, che la diſpoſizione di queſto fiume tende a farlo continova-
mente rialzare, e che ſi propaga all'insù fin verſo la ſua origine il ſuddet-
to rialzamento, e che da eſſo deriva, che appoco appoco vengono a ſep-
pellirſi le peſcaie in eſſo fabbricate, rendendoſi perciò inabili all'uſo, per
cui fatte ſono, e così vanno in malora gli edifizj de' mulini anneſſi, come
inutili all'eſercizio loro, e altronde ſoggetti a rimanere per le ſteſſe ragio-
ni affogati; dal che è chiaro, ſtar per noi la ragionevole preſunzione, che
al mulino di Camugliano ſuccedeſſe una ſimil diſgrazia, piuttoſto che deb-
ba

ba supporsi, per la rovina della pescaia, ed abbassamento del letto dell' Era, abbandonato, e dal tempo abbattuto.

XV. E quì, prima di passare più oltre, siami lecito l'avvertire, che nella suddetta visita del mulino di Ripa bianca furono osservati, sul lastrico medesimo della cresta della pescaia, scavati quà, e là, certi canaletti, che mostravano ad evidenza la piegatura di quella curva concava, che affetta di fare l'acqua per iscendere in un tempo brevissimo da un termine all' altro, in confermazione di quanto nella prima Scrittura ho avvisato; anzi di più si fece riflessione, che tra i pregiudizj sovrastanti al pubblico, ed al privato interesse per l'alzamento della pescaia pretesa dal Signor Marchese N., poteva annoverarsi ancor questo di non piccola conseguenza, e che da ogni buon suddito, veramente zelante della conservazione de' diritti, e vantaggi del suo Principe, dovrebbe considerarsi, sebbene a me non tocca per ora il metterlo in vista, come non attenente all'interesse del mio Principale; cioè, che ben presto la gora del detto mulino appartenente allo Scrittoio di S. A. R perduta averebbe affatto la sua pendenza, per lo maggiore rialzamento del letto del fiume; imperocchè già ora ne ha pochissima dalla parte di sopra al mulino, in maniera tale, che appena si discerne in essa il moto dell'acqua, e dalla banda inferiore non glie ne avanza gran cosa della pendenza, con tutto che vada a sboccare in Era, assai al disotto del mulino suddetto: e però che sarà, quando fatta la steccata pretesa dal Signor Marchese suddetto, verrà il letto d'Era a rialzarsi assai più nel luogo dove ricever dovrebbe l' acque rifiutate per la gora di Ripa bianca? Non potranno certamente esitarsi più l' acque suddette, e guazzeranno in esse i ritrecini, senza poter più operare, onde presto dovrà chiudersi, ed abbandonarsi questo edifizio, ed averà il pubblico guadagnato il nuovo comodo del mulino di Camugliano, con perdere quello, che già da tanto tempo, per grazia della Serenissima Casa Dominante, godeva in Ripa bianca.

XVI. Ma per ritornare al nostro primo proposito, aggiungerò di più, che attesa la natura di questo fiume, e del suo recipiente cioè d' Arno, il quale notoriamente si va rialzando di letto, come benissimo dimostra con varj evidenti riscontri il Signore Vincenzio Viviani nel suo discorso intorno alle corrosioni di questo fiume, poco lungi dal principio, e come apparisce dal continuo rialzamento de' muricciuoli dentro Pisa, e degli argini fuori di essa, non sapendosi che giammai siasi in verun tempo abbassato di fondo: che però obbliga ancora gl' influenti, l'ultimo de' quali è l'Era, a rialzarsi di letto, per potere sboccare in esso, come in fatti si riconosce ocularmente essere accaduto al Ponte d' Era, in cui già i due archi laterali sono rimasi quasi del tutto sotterrati, e gli altri due di mezzo si vanno appoco appoco acciecando; sicchè dove del 1677. del mese di Marzo essendo stata misurata dal Sig Capitano Santini (come costa dalle scritture di quel tempo) l'altezza dalla sommità di detti archi al suo fondo, vi erano in uno braccia 20. e nell'altro braccia 23. e mezzo, quest' anno 1714. del mese di Giugno, l'altezza del primo si è trovata solamente braccia 10. e del secondo braccia 18. Attesa dico questa disposizione, e natura del fiume, non so vedere, come possibil fosse, che rovinasse la pretesa pescaia del confine di Camugliano, e che perciò si potesse sprofondare il letto del medesimo fiume, perchè dovendosi questo essere riempiuto al disopra al pari della cresta di essa pescaia, e col rialzamento parimente del fondo al disotto di essa, venendo questa sempre più rincalzata, e fattole un parapetto d'avanti, dovea finalmente rimanere tra i due terrapieni superiore, ed

infe-

inferiore imprigionata, anzi sepolta, come appunto è avvenuto alla steccaia suddetta di Ripa bianca, ed a quella del Callone in Arno; e però dovea restare esente da ogni scossa, ed urto dell'acqua, che sopra vi passava (purchè a bella posta non fosse scalzata, e smossa per demolirla) o almeno tale dovea riuscire per un gran tratto della sua altezza, che sopra alle fondamenta dovea corrispondere a qualche riempimento del letto inferiore, checche siasi poi della sua cresta superiore, la quale ancora venendo guasta, e demolita dall'acque, non è verisimile, che da' Padroni del luogo non venisse ben presto restaurata, per non perdere il comodo, ed il frutto, che ricavavano da cotale edifizio, per l'annesso mulino.

XVII. Ma essendosi abbastanza veduto, quanto poco sia concludente l'indizio del preteso abbassamento del fiume, cavato dalle reliquie del mulino posto nel confine di Camugliano, vediamo oramai, se sia più efficace a persuadere lo stesso intento della Parte avversa, un altro argumento preso da certe ghiaje fatte osservare nella rosa della Penisola della Fornace, dove quattro, e dove cinque braccia alte dal pelo dell'acqua bassa, delle quali ancora se ne ritrovarono alcune sulla superficie della Penisola del Signor Quarantotti, e nell'opposta del Signor Marchese N., ed altrove. Che le dette ghiaje vi siano portate dal fiume, vien concordato d'ambe le parti: solamente si può controvertere, se vi fussero deposte in tempo, che il fiume aveva il suo letto più alto, e correva colà, come nel suo fondo ordinario, e che però quindi si abbia sufficiente indizio dell' essersi abbassato il fiume, come la Parte avversa pretende, o pure se vi siano state trasportate dalle piene di esso fiume, nello spandersi sopra le ripe basse, ricolmandole successivamente, con rialzare sì quelle, sì il proprio fondo, come fu risposto per parte del Sig. Marchese R. A me pare, che la decisione di questo punto non sia gran cosa difficile, quando ben siano stati ponderati tanti manifesti indizj del rialzamento del fiume, quanti si sono accennati finora; imperocchè al più si può pretendere, che le suddette ghiaie potessero egualmente deporsi nell'una, e nell'altra ipotesi, cioè nella maniera immaginata dalla Parte avversa, o nel modo divisato da noi: con questo divario però, che se si ammettesse il primo caso, bisognerebbe confessare, che il fiume si fusse abbassato contro l'esperienza, e gli evidenti riscontri, già di sopra considerati per lo continuo suo rialzamento; ma se si ammette il secondo, non ne segue veruno assurdo, e solamente si convince, che le massime piene dell'Era giungono alle ripe basse, e le coprono con qualche corpo considerabile d'acqua, atto a portarvi le ghiaje, che è quello che noi pretendiamo, e che viene giustificato dall'esperienza, e dalle deposizioni de' testimonj indotti per fino dalla Parte contraria. Qual vantaggio adunque si lusinga essa di poter riportare dalla considerazione di queste ghiaje?

XVIII. So benissimo, che la forza si fa dagli Avversarj nella qualità, e peso della ghiaja suddetta, essendovene in qualche luogo, oltre la misura, che è in maggior copia, ancora della più grossetta, fino alla mole forse di una noce, supponendosi che questa non potesse nelle piene del fiume trasportarsi in alto, ma solamente rotolarsi giù pel fondo del letto, e che però, se si trovano delle ghiaie superiori al letto moderno, sia d' uopo il confessare, essere quelle reliquie del letto antico, che già fosse più alto di livello, che non è ora. Ma per conoscere, se concludente sia questo discorso, conviene esaminare la verità delle proposizioni, che lo compongono; e primieramente oppongo l' esperienza continova, che mostra di fatto portarsi dalle piene de' torrenti la ghiaia sopra i terreni da essi inondati

dati oltre il naturale loro letto, e lasciare i campi seminati di sassi, come nell'inondazione della Zambra succeduta quest'anno di mezzo Luglio, di cui si parlerà di sotto al numero 23. e come in un' altra piena venuta di mezzo Agosto nella Tora, sono salite le ghiaie sopra le ripe appresso agli argini di esso fiume, e come in tant' altri casi è avvenuto, de' quali ne sono rimasi manifestissimi vestigj in molti luoghi, anche lontanissimi, ne' quali si trovano sassi mediocri mescolati colla terra, simili a quelli, che si vedono sparsi nel fondo di que' fiumi, che per qualche inondazione straordinaria poterono giungere ad allagare i detti terreni; qualunque sia poi la forza, con cui i fiumi possono aver spinto colà le dette materie, la qual forza quando ancora non si potesse da noi comprendere, non sarebbe perciò da stimarsi men vera, e sussistente, contro l'evidenza del senso.

XIX In secondo luogo, che le ghiaie fatte osservare sopra la superficie delle ripe basse, non vi fossero rimase fin da que' tempi, ne' quali suppone la Parte, che il letto d'Era fosse notabilmente più alto del presente, ma vi fossero di fresco lasciate dall' ultime piene straordinarie precedenti, si può con molta ragione presumere, perchè le ghiaie vecchie, a lungo andare, rimangono coperte, o da' cespugli, o dalla terra, che vi conducono sopra le piogge, o dal proprio peso avvallandosi sotto al terreno, in occasione che questo viene smosso per farvi piantate d'alberi, o di canne, ec. o almeno dalla rena, e dalla belletta, che vi debbono aver lasciate le moderne piene, che tanto, o quanto vi arrivano, come dalla deposizione de' Testimonj, sopra di ciò esaminati, si fa manifesto, e come si può convincere dall' ultima di mezzo Luglio passato, che entrò pure nella Penisola della Fornace del Sig. Marchese N. e in tant' altre ripe adiacenti; essendo del tutto improbabile, che per alquanti secoli rimanessero intatte, e scusse le dette ghiaie nella superficie, non ostante tante mutazioni, ed alterazioni continove di que' terreni, e tante inondazioni, alle quali sono stati fra tanto necessariamente soggetti.

XX. In terzo luogo, quanto alle ghiaie, che si ritrovarono in qualche profondità sotto la superficie delle ripe basse, e che si fecero osservare disposte a suoli framezzati da banchi di rena, e di terra nel profilo di esse in una rosa della Penisola della Fornace, sono queste manifestamente effetti di piene più antiche, le quali sono state seguitate da altre minori, che in vece di ghiaia vi hanno deposta rena, e belletta, e così le hanno coperte, succedendo però alternatamente altre piene, che con diverse materie di nuovo hanno ricolmato le medesime ripe, e sepolte le dette ghiaie all' altezza, in cui presentemente si trovano: accadendo quivi lo stesso effetto, che succede nel fondo medesimo del fiume, il quale, non solo nella superficie dimostra quà, e là banchi di rena, ed altrove mucchj di ghiaie grosse, altrove di più minute, secondo i varj seni, che fa, e i diversi impedimenti, che incontra, da' quali viene obbligato a gravarsi ora di questo, ora di quel peso, a cui meno proporzionata si trova la sua velocità; ma ancora sotto la superficie del medesimo letto ha questi varj suoli, e strati di diverse materie, come si riconobbe col tentativo del palo di ferro, di cui si parlò sopra al num. 7. onde non è maraviglia, che operi lo stesso nelle ripe, che inonda, le quali si vanno inalzando colle varie successive deposizioni, a misura che si inalza il fondo del medesimo suo letto.

XXI. In quarto luogo, per rispondere più direttamente alle difficoltà, colle quali la Parte avversa crede di convincere per impossibile il trasporto di dette ghiaie, per l'impeto della piena, sopra le basse ripe, credendo, che si possano bensì rotolare nel fondo, ma non già spingersi tant' alto;

to; io dico, che ſiccome nell'aria, per l'impeto de' venti, ſi fanno certi turbini, che ſollevano in alto varie materie aſſai più gravi dell'aria medeſima, come alberi, uomini, e tetti di caſe, traſportandoli altrove ancora in luoghi più ſublimi, come ſpeſſo è accaduto, e come dottamente ciò viene ſpiegato dal Sig. Geminiano Montanari nel ſuo Trattato della Biſciabuova, o ſia Dialogo delle forze d'Eolo; così non è impoſſibile, che nell' acqua traſportata impetuoſamente in tempo di piene, tali vortici ſi producano, che violentemente ſeco in alto rapiſcano le ghiaie di mediocre grandezza, e ſcagliandole altrove, le laſcino cadere ſulle ripe baſſe, dove ritrovate ſi ſono nel tempo dell'acceſſo. Aggiungo, che ſiccome la forza ancora di un fanciullo è abile a ſcagliare per l'aria dal fondo del fiume ſull'alte ripe, non che ſulle baſſe, un pezzo di ghiaia, così non ſo vedere, qual ripugnanza vi ſia in concepire, che la forza della piena la quale è tanto maggiore, imprimendo l'impeto alle dette ghiaie, ſecondo varj urti, e varie rifleſſioni, e ripercuotimenti, che nel ſuo corſo quà, e là va facendo, poſſa ſpingere ſopra le baſſe ripe qualche parte della medeſima ghiaia, non oſtante il ſuo peſo, che facilmente cede a qualſivoglia impeto impreſſo traſverſalmente, eſſendo già certo appreſſo a' Mattematici, che la forza della ſemplice gravità è infinitamente piccola, riſpetto a qualunque forza motrice, che operi con impeto vivo, come io ſteſſo dimoſtrai nel mio libro degl' Infiniti nello ſcolio della propoſizione ſeſta.

XXII. E tanto più ſcorgerà eſſere faciliſſimo, non che poſſibile queſt' effetto, quanto che a far bene il conto, la ghiaia nell'acqua ha pochiſſimo momento per diſcendere in paragone di quello, che ha di ſcendere per l'aria, ed a confronto del grand'impeto laterale, con cui può venire ſcagliata dalla piena. E che ſia il vero, dimoſtra il Cav. Iſacco Newton nel corollario ſecondo della propoſizion 38. del libro ſecondo de' ſuoi Principj Mattematici della Filoſofia Naturale, pagina 316. della ſeconda edizione, che la maggior velocità, con cui poteſſe cadere un grave dentro d'un fluido reſiſtente, ſarebbe quella, che ſi acquiſterebbe cadendo ſenza reſiſtenza da tale altezza, che foſſe a $\frac{4}{3}$ del diametro del mobile, come ſta la denſità del medeſimo, alla denſità del fluido. Ecco le ſue parole: *Velocitas maxima, qua cum globus, vi ponderis ſui comparativi, in fluido reſiſtente poteſt deſcendere, ea eſt, quam acquirere poteſt globus idem, eodem pondere, abſque reſiſtentia cadendo, & caſu ſuo deſcribendo ſpatium, quod ſit ad quatuor tertias partes diametri ſuæ, ut denſitas globi ad denſitatem fluidi*. Avendo io adunque peſato della ghiaia d'Era, prima nell'aria, e poi nell'acqua, pendente da un crine di cavallo, trovai, che il peſo primo al ſecondo, ſtava come 41. a 26 onde il peſo dell'acqua pari in mole alla ghiaia, era come 15 perchè tale è la differenza de i detti peſi; e però la denſità della ghiaia alla denſità dell' acqua ſtava come poco più di 8. a 3. dal che ne ſegue, che ſecondo l'accennata regola del Newton, cadendo la ghiaia in un mezzo non reſiſtente dall'altezza eguale a 3. $\frac{5}{9}$ del diametro, cioè ſe ſarà groſſa 9. denari, cadendo dall'altezza di 32. denari, che vale a dire di 2. ſoldi, e di $\frac{2}{3}$ di ſoldo, o pure di $\frac{2}{15}$ di braccio, ſi acquiſterebbe la maggior velocità, che poteſſe mai avere cadendo per l'acqua, anzi tale, cui non potrebbe mai giungere a guadagnarſi interamente, perchè allora la reſiſtenza, che incontrerebbe nel moto, pareggerebbe la forza della ſua gravità, come dice ivi il me-

medeſimo Autore. E perchè un grave cadendo liberamente per l'aria, paſſa in un ſecondo minuto di tempo piedi di Parigi $15\frac{1}{12}$ ſecondo la ſperienza di Criſtiano Ugenio, ricevuta comunemente da tutti i Mattematici, che ſono braccia fiorentine $8\frac{3}{7}$ in circa, Averà la detta maſſima velocità, che poteſſe mai acquiſtare la ghiaia nell'acqua, alla velocità che ſi acquiſta cadendo per l'aria in un ſecondo minuto, la proporzione ſudduplicata di $\frac{2}{15}$ ad $8\frac{3}{7}$, che ſono gli ſpazj corriſpondenti a dette velocità: cioè, ſtarà come $1.\frac{1}{16}$ (che è la proſſima radice quadra del prodotto di $\frac{2}{15}$ in $8.\frac{3}{7}$) ad $8.\frac{3}{7}$: e però in vigore di tal velocità paſſerebbe nell' acqua equabilmente in un minuto ſecondo il doppio ſpazio di $1.\frac{1}{16}$ cioè braccia due con $\frac{1}{8}$: ed a paſſare braccia 11. vi vorrebbero più di 5. ſecondi minuti di tempo. E ciò vale in un'acqua del tutto quieta, e ſtagnante: ma quando ſi muove a traverſo con grandiſſima velocità, come in tempo di piena, molte più parti d'acqua debbono eſſere nel medeſimo tempo ſcacciate dalla ghiaia che diſcende, e però incontrandovi maggior reſiſtenza, vi ſarebbe biſogno di maggior tempo, avanti che la detta ghiaia poteſſe toccare il fondo.

XXIII. Ma per via del moto traſverſale impreſſo dall' impeto della piena, chiariſſima coſa è, che di aſſai minor tempo ha d' uopo la ghiaia in trapaſſare da una ſponda all'altra, non che da un greto, che ſia nel mezzo del letto, ad una ripa baſſa, che gli ſia vicina; adunque il peſo della ghiaja non oſta, e non impediſce, che non poſſa eſſere con urto diretto, o rifleſſo traſportata, o ſcagliata ſull'orlo d'una ripa baſſa, ſenza che in queſto tempo giunga a toccare il fondo, o pure ancora toccandolo molto obliquamente (per la compoſizione dell'impeto traſverſale, e del perpendicolare, che ha dalla gravità) averebbe campo di ribalzare ad ogni modo coll'ultimo ſalto ſopra la proſſima ripa, ſenza una difficoltà immaginabile. Si potrebbe più accertatamente determinare queſt' effetto, ſe aveſſimo una preciſa miſura dell' impeto della piena: ma non avendola, ſi potrà far concetto della ſua gran forza, e del vantaggio, che ha conſeguentemente ſopra lo sforzo della gravità, rintuzzato dalla reſiſtenza maggiore del mezzo, conſiderando le gran fabbriche di ponti, di Regj Palazzi, e Tempj ſontuoſi, atterrati dall' inondazione del Tevere, come accenna Orazio nell' Ode ſeconda cantando:

Vidimus flavum Tyberim retortis
Litore Etruſco violenter undis,
Ire dejectum monumenta Regis,
Templaque Veſtæ.

O pure baſterà ridurre in memoria alle SS. Loro Illuſtriſſime ciò che conſta dal depoſto del Signor Marc'Antonio Quarantotti, quando l'Era, conducendo lungo la ſua corrente un tronco di legno, abbattè con eſſo 200. alberi nella ſua propria albereta. Ma forſe ſarà meglio il riſtringerſi ad un fatto notorio, e manifeſto a gli occhi di chi vuole vederlo nella Valle di Calci, dove la Zambra, piccol torrente, che ſcende da quelle colline, la notte ſeguente al dì 14. Luglio di queſt'anno, rompendo gli argini, non ſolamente portò gran copia di ghiaia groſſiſſima, anzi di pietre Verrucane di mez-

di mezzo braccio di diametro, quali più, quali meno, onde ingombrati rimasero certi terreni fruttati, e lavorati del Caporale Guasparri Meucci, e di Antonio Zucchini, per una distanza di larghezza dall'alveo del fiume circa a pertiche 20. di maniera che specialmente quelli del Zucchini sono renduti inabili ad essere più seminati, per essere tutti ripieni di sassi; ma in oltre mosse di suo luogo, e trasportò parecchj braccia più lontano un pietrone lungo braccia 14 largo 10. e alto 7. che sono braccia cube 980. di peso in circa a 2000000 di libbre, imperocchè avendo preso un pezzo di pietra Verrucana della stessa natura di quel pietrone, ed avendolo ridotto in una piccola piramide, alta soldi 2. e 4. la cui base quadrangola aveva di lunghezza soldi 2. e 5 e di larghezza soldi uno, sicchè tutte le sue dimensioni ridotte in denari erano 12. 29. 28. che moltiplicati insieme fanno 9744 e prendendone un terzo, a cagione della figura piramidale, danno per la solidità di detta pietra danari cubici 3248 e pesando questa piramide, si trovò essere circa mezza libbra, onde ne segue, che un braccio cubo di detta pietra debba pesare libbere 2128. (essendo in ciascun braccio di lunghezza 240 danari, e però nel braccio cubo 13824000 danari cubici, il qual numero a 3248. sta in circa, come 4256. ad 1.) e conseguentemente nel pietrone trasportato dalla Zambra, che è, come si è detto, di braccia cube 980. si convince esservi di peso circa a libbre 2085440. cioè essere equivalente a più di quattro milioni di quelle pietruzze piramidali, che pesavano mezza libbra. Si concepisca ora la forza, che fu applicata a muovere il detto pietrone (o lo strascicasse lungo il terreno sassoso, vincendo la gran resistenza della superficie applicata al contatto del suolo colla pressione di sì gran peso, o lo rotolasse, alzandolo sopra agli angoli, e sollevando per conseguenza il suo centro di gravità sopra il livello orizzontale, in cui si trovava stando la pietra posata) adattarsi a muovere quella piramidetta sopra descritta, o un altro pezzo di ghiaia di minor peso, e troveremo, che reciprocamente lo potrà muovere con una velocità quattro milioni di volte maggiore, che non faceva il suddetto pietrone: o almeno, se non può tutta la forza, applicata a quel masso, adattarsi a scagliare una pietruzza, o ghiaia ordinaria, per aver la base 70. volte, o più minore della base di quel pietrone, e per essere nel caso nostro il fiume Era più abbondante bensì d'acque, ma meno declive, fingasi che la sua forza nelle piene sia la centesima, o la millesima parte della forza suddetta esercitata dalla Zambra, e tanto potrà giudicarsi abile a scagliare le ghiaie con tale velocità, che possa trasportarle da un greto in una ripa bassa, senza che tra tanto la sua gravità le obblighi a toccare il fondo, e quivi a fermarsi.

XXIV. Nè è contrario a questa dottrina ciò, che insegna il Sig. Guglielmini nel capo quinto del suo Trattato sopra la natura de' fiumi, *che le materie pesanti siano spinte sempre radente il fondo, senza incorporarsi coll' acqua*; imperocchè parla ivi del moto ordinario, che hanno di tanto in tanto in tempo di piena: onde soggiunge: *Le materie pesanti che non ponno se non con violenza separarsi dal fondo, per lo più sono sassi, e ghiaie, e in qualche caso arene assai grosse, oltre altre materie che per accidente possono trovarsi ne' letti de' fiumi. Queste rare volte sono sbalzate in alto dall' acqua (il che succedendo, quasi immediatamente precipitano al fondo) ma bensì sono spinte, o lateralmente, o al lungo del corso, o pure accumulate in un luogo, ec.* il qual parlare non è di chi neghi assolutamente il potersi portare dall' acqua per qualche breve tempo la ghiaia sollevata dal fondo, e sbalzarla in alto sopra le ripe basse: anzi le clausule di eccezione, adoperate avvedutamente da questo Autore, *se*

non con violenza, e rare volte sono sbalzate in alto, e quasi immediatamente precipitano al fondo, significano, che *con qualche violenza si possano dall' acqua sollevare le ghiaie, e che qualche volta, sebben di rado, siano sbalzate in alto, e che non così subito, ma quasi immediatamente*, cioè dopo un brevissimo tempo di 4. ovvero cinque minuti secondi, *calino abbasso* Ne poteva essergli ignota la sperienza, la quale in fatti dimostra, che i fiumi serrati da chiuse, o pescaie, prima ancora d'aver pareggiato il fondo superiore con tutta la cresta di esse, gettano quantità di ghiaie nel fondo inferiore, e conseguentemente non solo le strascicano per quel tratto di letto, che è sopra all' orlo di dette pescaie, ma le trasportano a qualche altezza, sicchè sormontino l'orlo suddetto, e quindi si precipitino abbasso. Così accade giornalmente alla steccaia di Ripafratta nel Serchio, in cui ancora si ammassano le ghiaie di là da un canale assai profondo, che poche braccia lontano, a dirittura delle cateratte del fosso, e delle mulina, vi si stende quasi parallelo alla detta Steccaia, e poi si rivolta secondo il corso del fiume. Così accadde pure alla Nievole, come accenna il Signor T. nella sua informazione, che dovendosi ricolmare il podere della Panzana del Serenissimo Principe Francesco di gloriosa memoria, fu alzata la bocca dell' incile sopra i 2. terzi dell'altezza delle piene, perchè non vi passassero ghiaie, le quali però, al dispetto di tutte le precauzioni, vi passarono; tanto è vero, che sormontano le ghiaie a qualche altezza, spinte dalla violenza del corso dell'acque.

XXV. Ma facciamo conto, che tutte queste riflessioni fondate sopra le dottrine, e le sperienze suddette, non fossero sufficienti a mostrare probabilissimo il trasporto delle ghiaie sopra le basse ripe, e confutare l' indizio, che quindi prende la Parte avversa, dell' essere stato una volta il fondo dell'Era più alto di quello che sia al presente. Se le ghiaie vanno rotolando pel fondo, e s'ammassano in quà, e in là in varj dossi, non basta ciò a spiegare l' effetto, di cui si tratta? Certamente potrà la piena far rotolare le dette ghiaie da' greti, che sono nelle parti superiori dell' alveo verso le spiagge, o calate delle ripe basse, e quindi sempre rotolandole, farle salire sopra di esse, o tante ammassarne in vicinanza delle dette ripe, che il mucchio ivi creato serva ad esse di scala, per cui rotolando s'avanzino a sormontare i terreni ancora coltivati, e seguano poscia a ruzzolare di piaggia in piaggia pel continuo tratto lunghissimo di esse ripe; fermandosi dove incontrino quegl'intoppi, che abili sono ad arrestarne il corso. Tanto più, che supponendo l'acclività delle spiagge, per cui sormontar debbono le ghiaie di tale inclinazione, che la lunghezza del piano inclinato, che ivi resulta, stia all'altezza perpendicolare, come 8. a 3. potrebbero le ghiaie esser fatte salire per un tal piano inclinato con difficoltà non maggiore di quella, che incontrasse l' acqua al muovere una materia della stessa gravità specifica, e totalmente a se omogenea; imperocchè secondo il Galileo, ed il Torricelli, e tutti i Meccanici più comunemente, il momento di detta ghiaia in quel piano, scemerebbe in proporzione di 3. a 8. quale per l'appunto è la proporzione della densità dell' acqua in riguardo a quella della ghiaia, come si è detto di sopra al num. 22. Dunque le ghiaie ritrovate in questo, o in quel luogo non ci convincono dell' essere stato una volta in quel posto più alto il letto del fiume, nè ci dimostrano il preteso moderno suo abbassamento, contro tanti, e sì evidenti riscontri, che abbiamo dell' essersi esso piuttosto notabilmente rialzato.

XXVI. Vedano le Signorie Loro Illustrissime, come tutti gli argomenti, sottilmente inventati della Parte avversa, per eludere l'indizio dell'altez-

za

za delle piene, determinato già dal Signor T. a misura dell'altezza de' beni di ripa bassa, si ritorcono contro l'intenzione d'essi Avversari; e servono a giustificar maggiormente questa stessa misura; imperocchè se la piena ha scagliate, o rotolate, o in altro modo strascicate le ghiaie su per le ripe basse in varie altezze dal pelo dell'acqua ordinaria, fino in brac. 8. 9. e più ancora, necessariamente la piena dovea corrervi sopra con gran corpo d'acqua, non credendo nè men' io verisimile, che si possa la ghiaia portare a fior d'acqua per lungo tratto, o rotolare per le spiagge a forza di un sol quarto di braccio d'altezza, in cui l'acqua suddetta vi corra sopra, come pretendevano il Signor G. num. 20. e il Signor Dottor M. che al più si potesse supporre; che però sarà necessario il concludere, che le massime piene straordinarie sopravanzino le ripe basse, non solamente di tre quarti di braccio come parve al Signor T. doversi per lo meno concedere, ma talvolta ancora per 2. e talvolta per 3. braccia come in fatti le corone de' pioppi, alle quali arrivano le dette piene, secondo le deposizioni de' Testimoni, ci sforzano a concorrere in una tale misura, nulla giovando a snervare la forza, e l'evidenza di questa considerazione dell' altezza delle piene, stabilita come sopra, la distinzione del tempo, in cui dette piene arrivavano a coprire le basse ripe con sì gran mole d'acqua, perchè da tutte le circostanze, e dalle deposizioni da' Testimonj oculati, si ha, che vi giungono a' tempi nostri, e non solamente ne' secoli trapassati; nè sussiste in verun conto il preteso abbassamento del fiume, ma si ha da mille riscontri, essersi esso piuttosto notabilmente rialzato, ed essere in disposizione di sempre più rialzarsi.

XXVII. E siccome un simil rialzamento manifesto dell' Arno, e dell' Ombrone, rappresentato dal chiarissimo Mattematico Vincenzio Viviani, come esso medesimo racconta nel Trattato della corrosione de' fiumi indusse giustissimamente S. A. R. a far demolire nel detto fiume Ombrone tre pescaie, col prudentissimo riflesso, *che ogni grazia ottenuta di poter tenere dette fabbriche, fosse di sua natura spirata, come solita sempre a concedersi senza pregiudizio del pubblico, e del privato;* così, e molto più ragionevolmente si dee sperare, che il rettissimo giudizio delle SS. Loro Illustrissime, non sia per concedere l'alzamento d'una non ancor fabbricata nell' Era, per ritrovarsi questo fiume in una costituzione del tutto simile a quella, in cui allora Ombrone si ritrovava, e per essere assai maggiori i pregiudizj, e più gravi i disordini, che si debbono temere imminenti da tale erezione: non essendo il dovere, che da un Magistrato, il quale con sì prudente condotta regola i suoi Decreti a pubblico benefizio di questi felicissimi Stati, invigilando con sì provida cura al buon regolamento delle sue acque, si permetta di fare ciò, che quando pur fusse con tutte le licenze legittime eseguito, si dovrebbe incontanente fare abbattere, e demolire, secondo l' esempio addotto, e praticato già nell' Ombrone per ordine del nostro Clementissimo Dominante.

XXVIII. Questo è quanto mi ha suggerito il mio debol talento di dover rappresentare in proposito della presente contesa alle Signorie Loro Illustrissime, giacchè si sono degnate di comandarmi, che spiegassi in iscritto il mio sentimento; nel che fare mi è convenuto per verità il far forza a me stesso, e vincere certa repugnanza, che sentiva in esporre sopra di ciò i miei pensieri, figurandomi, che l'ordine del giudizio richiedesse, che io prima sentissi ciò, che la Parte avversa pretende d'avere ricavato di vantaggioso per se dall' ultimo accesso, affine di poterlo con buon metodo confutare; ma giacchè è piaciuto loro di secondare il desiderio della detta

Par-

Parte avversa, ordinando, che si dessero contemporaneamente le scritture d'ambe le Parti, mi sono ingegnato d'indagare, per così dire, al bujo i principali motivi, sopra de' quali si crede, che si fondi l' intenzione degli Avversari, e mostrare quanto sieno insussistenti: sperando, che dopo veduti gli argumenti, co' quali più precisamente cerca la Parte avversa di oppugnare la nostra intenzione, non ci mancherà tempo, e modo di ribatterli, perchè sempre più spicchi la verità, e la giustizia della causa da noi difesa. Intanto pregandole di un benigno compatimento per sì lunga, e nojosa diceria; con tutto l'ossequio mi confermo.

Delle SS. Loro Illustriss.

ESA-

ESAME DELLA SCRITTURA
PUBBLICATA DAL SIG. DOTTORE
GEMINIANO RONDELLI
Nella causa del mulino dell' Era.

ALL' ILLUSTRISS. SIG. SIG. E PADR. COLENDISS.

IL SIGNOR MARCHESE F. R.

Illustriss. Sig. Sig. e Padrone Colendiss.

MI avea richiesto V. S. Illustrissima già sono più mesi con premurose instanze, del mio debol parere circa la Relazione del Signor Dottor Rondelli, nella famosa causa del mulino, che si pretende alzare nell' Era: ed io, il quale più volentieri averei bramato di attendere sopra di ciò l' altrui giudizio, che d' impegnarvi il mio sentimento, ho indugiato fin ora a compiacernela; sperando, che l' esito medesimo di questa controversia servir dovesse ad appagare la sua nobil curiosità, molto meglio di quello che io far potessi coll' esame delle ragioni addotte per la Parte avversa. E tanto più di mal grado lasciavami indurre all' esame di tale Scrittura, quanto che in essa quasi niun punto incontrava capace di essere da me approvato; onde ben prevedeva, che sarebbe stato un impegnarmi in troppo lunga, e noiosa discussione, l' intraprendere di confutare tutto ciò, che qualche replica meritava; ed in oltre ragionevolmente potea temere, di non dare occasione di alcun disgusto all' Autore, da me per altro riverito, e stimato, quanto al suo grado conviensi, se per avventura mi scappasse dalla penna qualche espressione, la quale nel dibattere la dottrina di lui, paresse mancare al rispetto dovuto alla sua persona.

Ma giacchè la Causa va in lungo più di quello, che si sperava, e che pur non desiste V. S. Illustriss. di darmi replicati, ed efficacissimi impulsi, perchè schiettamente le esponga ciò, che a me sembra, in difesa della verità, e della giustizia, potersi con tutta ragione replicare alla suddetta Relazione, non voglio più differire di soddisfare a' miei doveri, e di darle questo nuovo attestato della mia inalterabile osservanza, con ubbidire a' suoi cenni, dichiarandole, brevemente più che potrò, e con la maggior moderazione, che mi sarà possibile, in questo proposito, il mio sentimento. Eccolo pertanto ne' fogli, che ora mi do l' onore di presentare a V. S. Illustriss. giunto finalmente sotto i suoi occhi, e rimesso nelle sue mani. Ella ne faccia pure quell' uso che più le aggrada, e che stimerà più opportuno per la sua Causa. Mi dispiace solo, che per essere tutto l' esame regolato sulla traccia medesima della Scrittura del Signor Rondelli, non mi è riuscito di poterlo distendere con miglior ordine:

ma sono stato obbligato a seguire il filo del discorso di lui, passando da un pensiero ad un altro, secondo che mi veniva suggerito dalla serie medesima di essa Scrittura, senza speranza, che le altre mie continue applicazioni tanto d' ozio mi permettessero, da poter ridurre queste nostre osservazioni a miglior metodo. Per la qual cosa mi lusingo di poter essere in questa parte riputato degno di compatimento da chiunque leggerà queste carte, se vedrammi talvolta andare vagando, e saltare d' una in un' altra materia, per tener dietro alle pedate del nostro Autore; e molto più mi confido, che dalla singolar gentilezza di V. S. Illustriss. non solamente sia per essere scusato di non averla, e più presto, e meglio servita; ma che in oltre sia per riportarne un benigno gradimento di questa mia, qualunque ella siasi, debole fatica, indirizzata a promuovere il pubblico bene, perchè diretta a pro della sua Causa, tanto connessa coll' utilità, e benefizio comune, oltre il privato interesse, ch' ella può avervi; con che pieno d' ossequio umilmente la riverisco, e mi confermo a' suoi cenni, qual d' essere sempre mi protesto, e mi pregio.

Di V. S. Illustriss.

Pisa pr. Febbraio 1714. ab Inc.

Devotiss. Obbligatiss. Serv.
D. Guido Grandi.

Eſame della Scrittura del Sig. Rondelli.

I. LA maggior parte de' punti, ſopra de' quali ſi fonda la Scrittura del Sig. Rondelli, erano ſtati già preventivamente da me confutati, o nelle *Riſleſſioni* ſtampate in Piſa avanti l'acceſſo, o nelle *Nuove Conſiderazioni* ſtampate poſcia in Firenze: nelle quali aſſai più accertatamente viene ancora determinato lo ſtato della controverſia preſente, di quello ſi rappreſenti ſul bel principio di eſſa Scrittura contraria. Imperocchè per primo capo principale ſuppone l' Autore *pag.* 1. *lin.* 8. che ſi cerchi. *Se i muri oſſervati nel letto del fiume Era ſiano ſtati edifizio d' un mulino*; il quale punto da niſſuno è ſtato conteſo, e non occorreva, che ſi affaticaſſe il Signor Rondelli di provarlo *nel* §. 2. 3. *e* 4.; non importando nè meno alla cauſa del Sig. Marcheſe R., ſe i detti muri foſſero edifizio di mulino, o d' altro: ma bensì, ſe ſiano fondamenti ſcoperti dal fiume profondato, come fu preteſo per parte del Signor Marcheſe N., o ſe ſiano mura ſuperiori, ed alte da' fondamenti, come fu riſpoſto, e provato da noi, e può vederſi nelle mie *Nuove Conſiderazioni* dimoſtrato *a num.* 6. 7. 8. 9. *e* 10. Di più per ſecondo capo principale annovera l' Autore *lin.* 22. il ſeguente: *Se ſempre in ogni tempo, dopo che il fiume Era ſcorre regolatamente incaſſato per la campagna, il fondo del detto fiume ſi ſia inalzato, o pure ſe in alcuni tempi, ſecondo che portavano le varie circoſtanze accidentali ſi ſia alzato, ed in altri tempi abbaſſato*: quando per corroborare l' intenzione del Signor Marcheſe R., non occorre cercare delle vicende occorſe all' Era ne' tempi più remoti, ma baſta ſolamente, che da tempo immemorabile, e dopo che ſono in eſſere gli effetti di Ripabaſſa, non coſti dell' abbaſſamento preteſo, ma piuttoſto vi ſieno manifeſte riprove dell' alzamento, come ſi cava da ciò che ho detto nelle *Nuove conſiderazioni citate a num.* 7. 8. 12. 13. 14. *e* 16.

II. Dove il noſtro Autore *alla pagina* 2. *lin.* 2. dice, che *ſopra del ciglio, o ſia creſta di quella peſcaia* [ſuppoſta al vecchio mulino di Camugliano] *indiſpenſabilmente dalla parte ſuperiore doveva eſſere regolato il fondo dell' Era per quella ſola lunghezza, per la quale l' altezza della peſcaia può ritardare il corſo naturale dell' acqua di queſto fiume*: ſi leggano le mie *Riſleſſioni num.* 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. *e* 14. e ſi vedrà, che la ragione dimoſtra, e l' autorità de' più celebri Autori, che abbiano eſaminate queſte materie, conclude, che l' altezza delle chiuſe attraverſate ne' fiumi, li obbliga ad alzare il fondo per tutta la lunghezza, interpoſta fra la creſta, o ſommità di eſſe chiuſe, e l' origine medeſima del fiume, ovvero fra detta creſta, ed altro proſſimo

superiore sostegno: al che in fatti corrisponde la pratica, e si può tutto giorno osservare in quante traverse s'incontrano erette ne' fiumi, sopra le quali non si troverà mai, che l'alzamento del fondo cagionato da esse, termini appunto alla linea orizzontale tirata per la cresta di dette chiuse: sicchè faccia un angolo sensibile coll'antica pendenza dell'alveo del fiume, come pare che voglia intendere il Sig. Rondelli, supposto che per *quella sola lunghezza, per la quale l'altezza della pescaia può ritardare il corso naturale dell'acqua*, abbia voluto significare quel tratto solo, per cui l'opposizione della pescaia immediatamente impedisce di discendere al basso le materie, e fa ristagnare l'acqua medesima al livello dell'orlo supremo del sostegno. Che se poi per la suddetta determinata lunghezza intendesse l'Autore tutto il tratto, a cui si stende il ritardamento fatto, non solamente immediatamente, ma ancora mediatamente dalla pescaia; stendendosi questo fino all'origine del fiume, o fino ad altro sostegno superiore, da cui discenda; nè potendo ragionevolmente assegnarsi ad esso verun altro limite più alto, o più basso, converrebbe egli in sustanza col nostro sentimento, benchè nell'esterno suono delle parole apparisca di mantenere contrario, o diverso parere.

III. Nella stessa *pag. 2. lin. 7.* asserisce l'Autore, che *la pescaia* del suddetto mulino di Camugliano *fu l'unica, e necessaria cagione, che si alzasse il fondo superiore dell'Era*. Il che non può sostenersi per vero, essendo che molte altre sono le cagioni del riempimento de' fiumi, come appresso vedremo: e lo stesso nostro Autore, contradicendosi tra poche righe, ne assegna *lin. 14.* due altre cagioni. E ciò si fa manifesto dall'osservarsi, che ancora dopo l'ultima pescaia, avanti di sboccare nel mare, o in altri fiumi recipienti, ordinariamente i fiumi si vanno tutto giorno alzando di fondo; onde l'unica necessaria cagione di detto alzamento non è l'opposizione delle pescaie, sebbene questa è una delle più principali, e che opera più dell'altre; perchè coll'impedire l'uniforme consueto trasporto delle materie, fa sì, che in vece di deporsi queste equabilmente, ripartendosi per tutto l'alveo del fiume, si ammassino, e si raccolgano a fare un più notabile alzamento nelle parti superiori all'orlo della pescaia.

IV. Ivi poi *lin. 8.* suppone il nostro Autore, che rovinasse la detta pescaia, e *pag. 4. lin. 43.* supposti molti edifizj nel tempo antico alzati attraverso all'Era, li asserisce *per qualche mondano accidente rovinati*, e *pag. 5. lin. 17.* assicura, che *le piene spiantano fino da fondamenti le pescaie*; ma già nelle mie *Nuove Considerazioni n. 16* ho provato essere impossibile, o almeno inverisimile, che la supposta pescaia, o altre se vi fussero, potesse rovinare nella maniera ideata dal Sig. Rondelli. Perchè le pescaie, dopo d'aver preso piede, e d'aver fatto per lungo tempo il suo uffizio dentro d'un fiume, che si vada riempiendo, conforme è l'Era, debbono rimanere, in gran parte almeno della sua altezza, sepolte fra due terrapieni, superiore, ed inferiore, onde le massime piene vi corrono bensì sopra con gran corpo d'acqua, ma non possono già urtarle in sì gran parte dell'altezza loro, che le sbarbino da' fondamenti: e sarà assai, se potranno decimarne la cresta, parlando sempre di pescaie già antiche, e ben stabilite, e che necessariamente saranno state alla prova delle prime piene, che vennero dopo l'edificazione di esse.

V. Ma quando ancora fusse possibile, che per l'impeto delle piene si atterrassero dal fondamento le vecchie pescaie toccherebbe alla Parte il provare, che piuttosto in questa maniera succedesse il desolamento del mulino di Camugliano, come suppone senza verun riscontro il nostro Autore,

re, che in altre delle maniere possibili, e molto più verisimili, quale è quella dell'essere rimaso detto mulino sorrenato, e sepolto dal continuo alzamento del fiume, come coll'esempio del mulino del Bianconi nel Roglio, e della disposizione, in cui si trova quello di Ripabianca di S. A. R. nell'Era, è stato da me provato *nelle Nuove Considerazioni*, specialmente *a n.* 11. 12. *e* 14.

VI. Quanto alle due cagioni dell'alzamento de' fiumi, che ad esclusione d'ogni altra assegna il Sig. Rondelli nella medesima *pag.* 2. *lin* 14. colle seguenti parole: *Essendo certissimo appresso di tutti li migliori Pratici, che l'alzamento naturale del fondo de' fiumi dipende da due sole cagioni, che sono l'allungamento della loro linea, e l'alzamento del fondo del recipiente:* si può avvertire, che tanto è lungi dal potersi attribuire il continuo alzamento del fondo de' fiumi a queste *due sole ragioni*, che piuttosto queste stesse sono effetti d'un' altra più principale; e senza di cui queste nulla opererebbero. Questa è la gran copia delle materie, che seco portano i fiumi, massimamente dopo che l'umana industria, volendo da ogni zolla di terra cavare alcun frutto, si è posta a dirompere, e sconvolgere i terreni ancora più montuosi, per coltivarli: rendendoli così più disposti ad essere portati via dall'acque, che sopra vi corrono, e quindi scolano ne' torrenti, e ne' fiumi, i quali perciò molto più del consueto si ritrovano torbidi, e seco portano que' pezzi di sasso di già staccati, e mossi, che incontrano per istrada; nè potendo sempre spingerseli avanti, mercè gl'impedimenti, e resistenze, che s'attraversano al loro corso, e ne raffrenano il vigore dell'impeto, sono obbligati di tanto in tanto a deporgli, dove i più grossi, dove i più minuti, ed altrove schietti, altrove colla terra, e coll' arena mescolati; onde viene il fondo di essi fiumi continuamente innalzato. Di più tra le cagioni dell'alzamento de' fiumi, ha molto che fare la disposizione medesima del Letto, ch'essendo in qualche luogo più largo, obbliga l' acqua a disperdersi in quelle ampiezze, e rallentare la velocità in proporzione reciproca delle sezioni, oltre di che, per la maggior larghezza, abbassandosi di livello il fiume, và radendo il fondo col pelo dell'acqua, e nell'asprezze di esso più facilmente depone le materie, che porta seco; ma come ho detto, la principal cagione è sempre la copia della terra, e de' sassi, che l'acqua de' fiumi conduce, imperocchè mancando questa, ed essendo l'acqua del tutto schietta, limpida, e chiara, sarebbe impossibile, che per qualsivoglia altra cagione, o dell'allungamento della linea dell' influente, o dell'alzamento del recipiente, o dell'ampiezza della sezione, o del ritardamento della velocità, o della disuguaglianza del fondo, o dell' alzamento de' ritegni, potesse colle proprie deposizioni alzare il suo fondo; non potendo deporre certamente ciò, che non ha in se attualmente mescolato.

VII. Nella stessa *pag.* 2. *lin.* 18. asserisce il nostro Autore, *che unicamente a misura di quel piccolo alzamento, che può essersi fatto nel fondo dell' Arno, si possa essere naturalmente alzato il fondo dell' Era.* Al che si può replicare, che dato, e non concesso l'alzamento dell'Era unicamente a misura dell' alzamento d' Arno, senza dipendenza dall'altre più immediate cagioni, non è altrimenti tanto *piccolo*, quanto egli suppone, l'alzamento dell' Arno; mentre consta il contrario dalla sperienza, la quale ci dimostra le campagne fuori dell'argine, dove cinque, dove sei braccia più basse di quelle che sono dentro l'argine, come si vede al Pisanello, ed alle Bocchette, e basta sopra di ciò leggere quanto dice il Sig. Vincenzio Viviani *nel* suo *Discorso delle corrosioni de' fiumi. pag.* 5. 6. 7. 8. dove dimostra essersi in pochi

anni rialzato il letto d'Arno parecchi braccia, a tal segno che (per tacere degli altri riscontri da lui riferiti) le camere terrene già abitabili di lung' Arno, sono diventate cantine; il che prova un alzamento di 7. in 8. braccia, quale appunto era sufficiente a sorrenare la pescaia, di cui si tratta; se proporzionatamente vorrà supporsi stelo nel fiume Era. Della quale conniettura però non abbiamo bisogno, avendo l'evidenza immediata di maggiore alzamento, per le misure che già in varj tempi sono state prese, molt' anni avanti che nascesse questa controversia, dal Sig. Capitano Santini sotto al ponte d Era, da me riferite nelle *Nuove Considerazioni n.* 16. dalle quali risulta, che dall'anno 1677. in quà, cioè in soli 37. anni, sotto l'arco, dove è perpetua la corrente, si è alzato il fondo di braccia 5., e mezzo, e sotto l'altr'arco, dove arrivano a scorrere solamente l'acque più grosse, l'alzamento si trova di braccia 10. non ostante che sotto a' ponti ristringendosi l'acqua, doverebbe piuttosto avere maggiormente scavato l'alveo, per l'accresciuta velocità.

VIII. Passando alla *linea* 34. *della stessa pag.* 2 Non posso se non ammirare la franchezza, con cui attesta il Sig. Rondelli, che nelle reliquie di quelle muraglie mostrateci dalla Parte, le quali si scoprivano nell' acqua bassa dell'Era, presso al confine di Camugliano, *l'oculare inspezione ha fatto vedere tale grossezza di muri*, *che pare essere propria de' muri fondamentali*. Il che quanto sia vero, me ne rimetto a ciò, che dice il Signor T. *nella sua Relazione pag.* 8. ed a quanto da me è stato dimostrato nelle *Nuove Considerazioni num.* 6 dove appunto si è considerata la poca grossezza delle mura suddette per argomento efficace, del non poter quelle essere parti fondamentali dell'edifizio: oltre gli altri efficaci motivi addotti *a num. seq* cioè *a* 7. 8. 9. *e* 10. in comprovazione della medesima verità. A' quali ora si potrebbe aggiungere, che lo stesso mantenersi, che fanno in mezzo all'acque d'un fiume così formidabile, queste muraglie fatte di pochi mattoni disposti a filo, a ben rifletterci, è manifesto indizio dell'aver esse i fondamenti assai profondi, e dell'essere per una parte notabile dell' altezza loro, sotterrate dal terreno alzatovi d'intorno; altrimenti non averebbero potuto sussistere per lo spazio di 284. anni almeno, che si suppone fusse in essere quel mulino, e massimamente in un fiume, che secondo il sistema degli Avversa j và sempre scalzando il terreno, e vie più profondandosi, ma si sarebbero alla prima piena rovesciate; e però non si può dire, che siano esse le prime pietre fondamentali dell'edifizio, di cui si discorre.

IX. Nè giova il dire, come fa il nostro Autore *ivi lin.* 36. che le misure delle grossezze di detti muri *quasi si uniformano a quelle osservate ne' muri fondamentali del mulino del Sig. Bianconi*. Perchè primieramente nel mulino medesimo del Sig. Bianconi, di cui ho detto, quanto occorreva nelle *Nuove Considerazioni num* 11. *e seq.* non si poterono vedere se non le parti superiori delle mura, essendo sotterrata buona parte della fabbrica, a cui si scendeva per parecchi scalini, e si ebbe poi a cavare di molta terra per di dentro, prima di scuoprire e lo stile, e la cucchiaia, onde molto più bassi restavano i fondamenti, di quel che sarebbe bisognato, per poterli misurare: quando nè meno si potea prendere la misura delle grossezze, che avevano le muraglie di detto edifizio nel luogo corrispondente a' ritrecini, perchè, collo scavamento della terra, si scoperse solo la superficie interna di esse, rimanendo coperta, ed inaccessibile l'esterna superficie delle medesime; onde non era possibile il misurare, quanta fusse la distanza dell' una dall'altra superficie nelle parti inferiori d'esse muraglie, ancora ad un gran pezzo lontano da' suoi fondamenti. Che però se le misure osservate

ne'

ne' muri del mulino del Sig. Bianconi, *quasi si uniformavano* (per quanto dice il Sig. Rondelli) a quelle prese nelle mura del mulino sorrenato di Camugliano, converrà piuttosto concludere, che queste non erano fondamentali, siccome certamente non erano fondamenti quelli, che si mostrarono, e che si poterono misurare dal Sig. Rondelli nel mulino del Sig. Bianconi.

X. In secondo luogo si dee riflettere, che vi è un gran divario tra il fondamento d'un mulino fatto in terra, ed in un luogo asciutto, fuori del fiume, come era questo del Sig. Bianconi, a cui si tramandava l'acqua per gora, ed il fondamento del mulino di Camugliano, piantato nell'Era, ed esposto alla corrente del fiume, come di sopra ha confessato il medesimo Sig. Rondelli *pag.* 1 *lin.* 26. che il sito di esso *apertamente si vedè sempre in ogni tempo essere stato letto naturale del fiume Era*, argomentando appunto da questa circostanza, non poter essere quelle mura reliquie d'altro edifizio, che di mulino. Per tanto, quando ancora trovate si fossero le grossezze dell'una, e dell'altra fabbrica del tutto consimili, non si proverebbe l'intento della Parte avversa, perchè altra grossezza richiedevano le mura fondamentali del mulino dell'Era, che quelle del mulino del Roglio, atteso il diverso sito, e struttura dell'uno, e dell'altro.

XI. Ciò che aggiunge il Sig. Rondelli *nella medesima pag.* 2. *lin.* 48. *Che la stessa situazione, e disposizione delli predetti muri, dà manifestamente a divedere, non essere disposizione per i servizi de' piani superiori del mulino*, avrebbe necessità di qualche prova più speciale, altrimenti egual fede meriterà chi lo nega, che chi tanto animosamente l'asserisce. Nè è così facile in un rimasuglio di fabbrica, in cui molte parti mancano, molte sono tronche, ed imperfette, il riconoscere, se tra quello che vi apparisce, e quello che non vi è più, vi sia la simetria a proposito per l'uso de' piani superiori d'una casa, o per i sotterranei di essa. Anzi ho detto male è facilissimo l'adattarci l'idea di qualsivoglia disegno a piacere supplendo opportunamente le parti, che mancano secondo il bisogno.

XII. Il pretendere di eludere l'argomento, con cui si mostrò da' nostri, non essere muri controversi fondamentali, perchè non vi si trovarono le riseghe, col replicare, come fa ivi *pag.* 2. *lin.* 45. il Sig. Rondelli, *che le riseghe ne' muri delle fabbriche sono arbitrarie* aggiungendo *lin.* 48. che di più *le dette riseghe ne meno sono state osservate nelli muri fondamentali del mulino del Sig. Bianconi*, potrebbe veramente riuscire appresso a chi avesse poca perizia di questi affari, e non fusse punto informato di ciò, che fu fatto osservare nell'oculare ispezione del luogo; ma non potrà già, per mio credere, appagare la perspicacia de' Sig. Giudici deputati in questa Causa, e che furono presenti all'accesso dell'una, e dell'altra fabbrica. Imperciocchè primieramente le riseghe sono giudicate necessarissime ancora alle fabbriche di sito asciutto, e come tali prescrivonsi da tutti gli Architetti antichi, e moderni; onde molto più si richiedevano all'edifizio d'un mulino, quale è quello, di cui si tratta, eretto in un fiume di fondo instabile, come è l'Era. In secondo luogo, non tanto si è argomentato, l'essere quelle mura alte da' fondamenti, per non avere semplicemente risega, quanto per l'essere a dirittura continuate allo in giù per lungo tratto, come si provò coll'asta di ferro, tentando lungo di esse, senza mai trovare nè risega, nè altro intoppo stabile, sopra di cui si potesse presumere piantato quell'edifizio, come dissi nelle *Nuove Considerazioni n* 8.

XIII. In terzo luogo; altro è il dire: non si trova la risega: dunque (mancando ancora ogni altro indizio di ciò) non v'è argomento, che

pro-

provi quelle mura essere i fondamenti supposti dalla Parte avversa: ed altro sarebbe l'arguire positivamente, che quelle non sieno mura fondamentali, perchè non v' è la risega. Contro quest' ultimo al più potrebbe valere l' eccezione del Sig. Rondelli, quando altronde fusse sussistente; ma contro il primo (che è appunto il nostro argumento) non può quella aver forza veruna; perchè toccando alla Parte avversa il provare, che quelle mura siano fondamenti; mancandole questo indizio della risega, che ha pure qualche connessione (almeno arbitraria, e di presunzione, se non di totale necessità) con ciò, che s' intendeva dimostrare, le farà di mestieri il ricorrere ad altre circostanze, abili a comprovare l' intento: faccia conto adunque il Sig. Rondelli, che dal canto nostro non si provi, per via della mancanza delle riseghe, quei muri non essere fondamenti; nè meno egli proverà in eterno, che sieno tali, giacchè non ne ha, nè l'indizio delle riseghe, nè verun altro.

XIV. In quarto luogo, circa l' esempio del mulino de' Sig. Bianconi, già si nega il supposto, come di sopra si è detto *n.* 9 che le mura vedute in esso dal Signor Rondelli, e visitate da' Signori Giudici, fussero i fondamenti di quell' edifizio; aggiungo però in oltre, che nè meno si verifica la sua asserzione, del non essersi osservato in quelle mura del mulino de' Sig. Bianconi verun indizio di risega, imperocchè, scoperta che fu la buchetta, si osservò, che sotto vi era benissimo una risega appunto di due terzi di braccio, e si può con ragione supporre, che questa ricorresse d'intorno da per tutto, anzi si può ancora conietturare, che al di sotto ve ne fosse un altra forse più ampia.

XV. Assicura poscia il Sig. Rondelli *pag.* 3. *lin* 9. che le ghiaie ritrovate sopra le ripe basse, *assolutamente non possano essere state depositate dall' acque dell' Era in quell' altezza*; ma se non vi sono piovute dal Cielo, o createvi dal principio del Mondo, o condottevi apposta dagli uomini, egli è ben necessario, che dall' acqua del fiume, il quale spesse volte inonda le dette ripe, vi si deponessero in qualche maniera: ed esservene molte possibili, ed assai verisimili, si è dimostrato da me *nelle Nuove Considerazioni num.* 18. 21. 22. 23. *e* 24 Onde si confuta ancora ciò, che soggiunge il nostro Autore *ivi lin* 30 dicendo: *resta impercettibile, che anche nelle piene massime straordinarie, le dette ghiaie possino essere state depositate dall' acqua in quell' altezza*; mercecchè le dottrine, e gli esempi da me addotti *ne' luoghi citati*, rendono ciò facilissimo a concepirsi.

XVI. Anzi ora aggiungo, d' avere fatto *ivi al n.* 12. il calcolo troppo vantaggioso per gli Avversarj, supponendo, che la densità della ghiaia alla densità dell' acqua stesse in circa, come 8. a 3.; il che si verifica rispettivamente all' acqua chiara, in cui esaminai il peso d' esse ghiaie, per rinvenirne la proporzione della gravità specifica; ma è da osservarsi, che l' acqua delle piene è un miscuglio d' acque, di terra, d' arena, e di sassi: nè può dubitarsi, che ciò molto non accresca il suo peso specifico, in maniera tale, che se l' acqua pura stava alla ghiaia in ragione di densità, come 3. ad 8. l' acqua torbida, e mescolata di sassi, dovrà stare a un dipresso alla medesima ghiaia, quanto alla densità, come 5 ad 8., dal che ne seguirà, secondo la regola del Newton, da me rapportata *nel luogo citato*, che la ghiaia cadendo solamente da un altezza eguale a due, con due quindicesimi del suo diametro: cioè quando ancora fusse grossa 15. danari cadendo dall' altezza di 32. danari (che sono due quindicesimi d' un braccio) si acquisterebbe la maggior velocità, che aver potesse dentro l' acqua torbida in tempo di piene; sicchè ancora nella ghiaia

più

più grossa vale il calcolo da me fatto *nel luogo citato* circa la più minuta di diametro solamente di 9 danari. Veggasi in oltre quello, che più distintamente, e particolarmente, confrontando la disposizione de' luoghi, ne' quali si sono ritrovate le ghiaie, ha scritto con molta copia di dottrina, e di facondia sopra di ciò il Signor T. nella sua Relazione intitolata *Ragioni &c. dalla pag.* 13. *fin alla* 16. E spero che non sarà più stimato impossibile, nè riuscirà impercettibile allo stesso Signor Rondelli, che possano dalle piene portarsi le ghiaie sulle ripe, e rotolarsi pe' campi da esse inondati.

XVII. Nel determinare poi che fa il nostro Autore l'altezza di varj siti, ne' quali furono ritrovate le ghiaie, si dilunga non poco dalla verità del fatto, dovendo le misure da esso accennate ridursi come appresso. Ove dice *lin.* 14 *della stessa pag.* 3. che le ghiaie nella penisola delle fornace *furono osservate sopra del fondo presente dell' Era in altezza di braccia* 11. *e soldi* 10. si dee correggere braccia 7. 18 1. secondo il concordato delle parti, prodotto in atti il dì 4 Settembre. Ove assicura *lin* 18. che le ghiaie della penisola de' SS. Quarantotti fussero alte dal medesimo fondo d' Era *braccia* 9. 13. fa di mestieri emendare, secondo il detto concordato braccia 6. 12. 10. Ove attesta *lin.* 23. delle ghiaie vedute al piaggione, che fussero *in altezza di braccia* 9. 15. 8. la misura è veramente, contro il consueto, piuttosto scarsa, che abbondante, dovendosi da noi confessare, a tenore del detto concordato, che fussero anzi in altezza di braccia 10. 3. 8. E conseguentemente dove *lin.* 25. riflette, *esservi poco divario nelle loro altezze mentre le più alte sono di braccia* 11 *e* 10., *e le più basse* 9 13. si dee osservare non essere tanto piccolo il divario suddetto, ma giugnere a braccia 3. 10. 10, quanto corre nelle più alte, che sono di braccia 10. 3. 8. alle più basse, che sono braccia 6. 12 10.

XVIII. Suppone il nostro Autore *nella stessa pag.* 3. *lin.* 36. essere a tutti ben noto, che la piena del 1707. sopra le basse ripe *non portò che semplice arena minuta, e belletta*; della quale particolarità non v' essendo verun riscontro, che possa metterla in chiaro, se ne desidererebbero le prove più precise; altrimenti io potrò dire con egual ragione, che la detta piena vi portasse benissimo delle ghiaie, e che a tutti sia noto ciò, dall' averne di fatto sopra le ripe basse vedute molte di esse, parte scoperte, parte coperte di terra, molte delle quali possono esservi rimase ancora da 7. anni addietro (ed anche più facilmente, che da dugento anni avanti, ò in quei secoli più rimoti, ne' quali egli pretende che l' Era colassù camminasse, come in suo letto ordinario) ed in conseguenza si può ragionevolmente conietturare, che vi fussero portate appunto nella detta piena: siccome egli stesso due righe dopo, cioè *lin.* 38 confessa pure, esserne state depositate dalla piena medesima, in que' greti, che sono all' intorno della penisola della Fornace, *delle ghiaie simili a quelle, che sono state osservate nella parte più alta della detta penisola*; la qual similitudine può dar fondamento di credere, che dalla stessa piena, e queste, e quelle portate fossero, e depositate del pari nell' uno, e nell' altro luogo. Io però, a dir vero, non credo che sussista la supposta similitudine di queste, e di quelle ghiaie, avendo osservato, insieme con gli altri Periti, che servirono nell' accesso il Signor Marchese R, che le ghiaie de' greti erano, per la maggior parte, alquanto più grosse, e massicce, di quelle ritrovate sopra le ripe basse.

XIX. Concordando poi, che l'altezza di que' greti, ne' quali la piena del 1707. portò la ghiaia d' intorno alla penisola della Fornace, fusse di braccia 2. 13. 4. e supponendosi d' aver ben determinata di sopra l' altezza della ri-

la ripa di detta penisola di braccia 11. 10 conclude il nostro Autore *lin.* 44. che la detta ripa sopravanzi l'altezza de' greti di braccia 8. 16 8. onde inferisce non esser credibile, che potessero colà arrivare le ghiaie portate da detta piena *ogni qual volta* (dice lin. 45.) *il fondo dall' Era fosse stato di quella stessa altezza, che in oggi si ritrova* Ma siccome s' è veduto di sopra, che l'altezza della ripa nella penisola è solamente di braccia 7. 18. 1. e non di braccia 11. 10 così rimane a correggersi la differenza accennata dal Sig. Rondelli di braccia 8 16. 8, con dire piuttosto, che la ripa resti superiore a que' greti di sole braccia 5. 4 9. la quale altezza potersi superare dall' acqua della piena suddetta, dopo di avere già sopravanzati que' greti, non si renderà incredibile allo stesso Sig. Rondelli, se osserverà, che oltre i greti alti solamente braccia 2. 14. 4, si trova nel medesimo fiume un altro greto a piè del piaggione de' Colombini, superiore al pelo dell'acqua bassa braccia 5. 14 8, e più alto dal livello del fondo ordinario braccia 6. 10. 4. imperocchè ivi dal Perito Buonenuove fu concordato colle parti, che la ghiaia in detto greto restava inferiore al punto I. nelle pianta, solamente braccia 3. e due terzi, essendo l'altezza concordata di tutta la ripa dal fondo del fiume, come di sopra si è detto, braccia 10. 3. 8 E però siccome è incontrovertibile, che la piena suddetta del 1707., o altra posteriore, deponesse la ghiaia sopra il detto greto alto dal fondo braccia 6. 10. 4 molto più sarà possibile, che avendo già superati que' greti di braccia 2. 13 4, si facesse quindi scalino per ascendere, colla stessa ghiaia, la rimanente altezza di sole braccia 5 4 9 e venisse nella penisola della fornace a deporla; e che arrivasse a portarla nella penisola de' SS Quarantotti, alta solo 2 soldi, e mezzo sopra l'altezza dell' accennato greto del piaggione, e che dal detto greto si avanzasse a trasfonderne qualche copia sulla ripa di esso, essendogli superiore di sole braccia 3. 13. 4.

XX Non sò poi capire, come il nostro Autore *lin* 47. per avvalorare la pretesa impossibilità del deporsi le ghiaie per opera della piena sopra le suddette ripe, adduca una ragione, che appunto ne facilita la deposizione, in vece di renderla più difficile a credersi, com' egli s' era assunto, e lusingato di poterci provare: *tanto più*, dic' egli, *che queste ghiaie alte si vedono depositate in sito assai largo, sopra del quale l' acqua aveva campo di dilatarsi*. Al che si replica, che appunto per questo n' è avvenuta la deposizione, perchè dilatandosi l'acqua, si ritarda la velocità della piena, onde lascia cadere abbasso i corpi più gravi della propria specie, come sono le ghiaie, non potendole più sorreggere laddove ne' luoghi ristretti, per l' augumento della velocità, le trasporta più oltre *Che se le ghiaie basse* (come soggiunge *lin ult*) per lo contrario *si trovano in siti assai ristretti*, egli ne dovrebbe piuttosto arguire, che non sieno state ivi depositate nel maggior colmo, e vigore della piena: imperocchè questa durante, come ben dice il Sig. Viviani *nel Disc. delle Corrosioni de' fiumi pag* 3. degli stessi gran rialti, greti, e ridossi posti per entro il fiume, *se ne fa un grandissimo sfratto, e talvolta un sovvertimento, e trambusto generale, con mutazione de' luoghi da più prossimi, a' più remoti, da' destri a' sinistri, dalle superficie alle profondità &c.* Onde molto più verisimile si è, che le ghiaie rimase in isola sopra la sommità de' suddetti greti, vi rimanessero impegnate al calare della piena, quando l'acqua abbassandosi, e rallentando il suo moto, non avea più forza di spingersele avanti.

XXI Nè vi sia chi opponga, che a questo modo nelle piene rimarrebbe spazzato il letto del fiume, e si dovrebbero radunare le ghiaie verso lo sbocco; il che è contro la sperienza, la quale dimostra, che in tutti i fiumi

mi vi è un termine limitato al corpo delle ghiaie, oltre al quale si trova, che il fiume non conduce più seco, se non la semplice rena. Imperocchè a ciò si risponde benissimo colla Dottrina del Sig. Guglielmini *nel Tratt. della natura de' fiumi cap. 5. pag.* 110. che a lungo andare la ghiaia stritolandosi nel continuo vicendevole soffregamento dell' uno coll' altro pezzetto, si logora, si ripulisce si arruota, e di mano in mano diventa minore, finattanto che finalmente si risolve in puri granellini minuti d' arena; e ciò appunto in capo ad un termine limitato di tempo, e di spazio trascorso, come può vedersi dottamente spiegato appresso al citato Autore.

Prop. 5. Corell.

XXII. Fermato ben questo punto, passo all' esame della bellissima *regola di proporzione*, posta dal Sig. Rondelli *pag. 3. lin. 5. e segu.* per convincere la pretesa impossibilità del trasporto delle ghiaie sopra le ripe dell' Era, facendo egli vedere con certo suo calcolo, molto veramente strano, ed inaspettato, che a quest' effetto sarebbe stata necessaria una piena di circa 45. braccia d' altezza col supposto che quella del 1707. già fusse *di braccia* 11. 19., e le ripe siano alte *braccia* 11. 10., *ed i greti braccia* 2. 13. 4 *sempre a riguardo del fondo*, come dice *lin.* 3. *e* 4. E sebbene già s' è veduto di sopra, esservi ancora de' greti alti dal fondo braccia 6. 10. 4., e che l' altezza delle ripe nel luogo di cui discorre, è solamente di braccia 10 3. 8. nè si ammette in conto veruno, che la piena del 1707. fusse di sole braccia 11 19. perchè al pioppo di mezzana altezza fu concordato, che si alzò braccia 14., il che confronta col segno della Croce posta nella fornace del Signor Marchese N. Tuttavolta, dissimulando per ora tutto ciò, lascierò correre senza interrompimento tutto il discorso del nostro Autore., il quale, come bravo Aritmetico si serve a questo proposito della regola del tre, dicendo *lin.* 8. in questo modo. *Se le ghiaie de greti sono state portate all' altezza di braccia* 2. 13. 4. *con un' altezza d' acqua di braccia* 11. 19. *portando le dette ghiaie all' altezza di braccia* 11. 10 *sarà necessaria l' altezza di un corpo d' acqua di circa braccia* 45, e poteva anche concludere più di braccia 51 e mezzo se avesse voluto stringerci meglio i panni addosso; con fare più esatto calcolo, determinando assai più precisamente il quarto proporzionale, che da' tre dati numeri voleva far risultare.

XXIII. Anzi colla medesima regola egli averebbe potuto provare, che nè l' Era, nè altro fiume, inondando le ripe, vi potesse portare nè belletta, nè rena, non che le ghiaie; imperocchè si troverà facilmente, che una piena, per esempio di 10. braccia, averà lasciato in qualche luogo del fondo, sopra di un sasso alto un soldo, o un quattrino solamente, della rena, e della belletta: dunque secondo la proporzionalità che adopera nel nostro caso il Sig. Rondelli, vi vorrà una piena di 2300. braccia, e forse ancora 6900., per depositare la rena, e la belletta sopra una ripa alta braccia 11. 10. che sono 230 soldi, ovvero 690. quattrini, essendo proporzionali questi termini 1. soldo ovvero un quattrino a 230. soldi, ovvero 690. quattrini, come 10 braccia a 2300., ovvero 6900. braccia.

XXIV. Che se il Sig. Idrometra mi replicasse, che il conto qui non torna, perchè non è necessario, che le altezze de' siti, ne' quali si depone la belletta, o la rena, sieno proporzionali all' altezze delle piene, che ve la portano: o pure rispondesse, che benchè una piena di 10 braccia depositasse rena, o belletta nel letto del fiume, non ve la depositò, quando era tant' alta, ma quando nel calare della sua forza, si ridusse a minore altezza: o finalmente ci avvertisse non essere talmente necessaria la detta altezza di piena per depositare la belletta sopra de' sassi esistenti nel fondo del fiume, che non potesse ivi deporsi ancora da qualunque torba minore: faccia

cia conto, che le stesse risposte dar si possono ancora al suo calcolo, il quale è il medesimo a capello col mio, essendovi il solo divario materiale da ghiaia a rena, e belletta; il quale divario non altera la forza, e però nè meno può scemare la forza dell'argomento, se fusse per se medesimo concludente.

XXV. Dovea dunque prima il Sig. Rondelli provare, che i termini, a' quali applicar voleva le regola del trè fossero proporzionali, se pretendeva, che sussistesse il suo discorso, di cui si riconosce subito la fallacia, con osservare, che sebbene una piena di braccia 11. averà portata della ghiaia sopra un greto alto solamente due braccia, *primieramente* non si prova, che a questo effetto vi fusse talmente necessaria tutta quella determinata altezza di piena, che ancora non bastasse una molto minore, per esempio di 4., o al più di 5. braccia, ed è certo, che le cagioni non sono proporzionali a' loro effetti, se non quando corrispondono ad essi precisamente, senza veruna soprabbondanza: così, se un cavallo porta alle volte un fastello di 10. libbre di peso, non ne segue, che per portarne 50. libbre vi abbisognano 5. cavalli.

XXVI. *In secondo luogo*, come si è avvertito di sopra, è impossibile, che una piena di 11. braccia depositasse le ghiaie sopra i greti esistenti nel mezzo del letto del fiume, e non seguitasse a trasportarle altrove, prescindendo dagl' impedimenti accidentarj di buche, e di risalti ben assodati, tra' quali le dette ghiaie rimanessero impegnate, onde è da credersi, che ve le lasciasse solamente nel calare del suo vigore, ed in conseguenza, quando era già abbassata, e ridotta dallo stato di 11. braccia alla mediocre altezza di 4. in 5. braccia; la quale altezza ancora non concorre con tutta se stessa a questo effetto, ma solo, ed al più, con quelle due, o tre braccia, che rimangono superiori al luogo della deposizione sia questo più alto, o più basso: perchè l' acqua, che resta di sotto alla sommità de' greti, o delle ripe, scorrendo nel fondo basso del fiume, non può certamente cooperare immediatamente al deporsi delle ghiaie ne' siti più alti, a' quali essa non giunge; e però quì non ha luogo la proporzione dell'altezze delle piene misurate dal fondo del fiume, coll' altezza de' luoghi ne' quali sono rimase le suddette ghiaie al calar della piena.

XXVII. *In terzo luogo*, non cammina la pretesa analogia, perchè la forza delle piene, in quanto concorre al trasporto delle ghiaie, non dipende dall' altezza sola, ma dalla mole dell'acqua moltiplicata per la sua velocità; ed in quanto serve alla deposizione delle medesime ghiaie, e d' altre materie mescolate nell' acqua, dipende al contrario dalla minore, altezza, dal pochissimo corpo d' acqua, dalla ritardata velocità; e da varj altri impedimenti, che s' attraversano al corso dell' acque, obbligandole a non spingere più oltre quelle pesanti materie, che seco rapivano, e col suo moto sempre più andavano incalzando; ~~del~~ Dalla complicazione delle quali cagioni è molto lontana regolarsi con quella semplice proporzionalità, che suppone il Sig. Rondelli, e che vorrebbe sulla semplice sua parola, gli fusse creduta.

XXVIII. *In quarto luogo*, finalmente, siccome al trasporto delle ghiaie contribuiscono varj ripercuotimenti, e vi concorrono le acclività delle piagge, per le quali vanno ruzzolando all' insù: così possono darsi tali disposizioni, per cui la stessa forza d' una medesima piena, la quale per un certo greto rotolando la ghiaia, l' abbia trasportata in un dato tempo, per esempio d' un minuto secondo, all' altezza di due braccia: possa in altrettanto tempo sollevarla altre 2. braccia per lo stesso continuato declive, o per qualunque altro poco diverso; e così seguitando, potrà ancora all' altez-

za di

za di 12. braccia condurla, purchè duri 6 minuti secondi a starvi applicata; onde è chiarissimo, che siccome dal richiedersi la forza d' un uomo gagliardo per alzare 100. libbre di peso sopra uno scalino alto un palmo da terra, non si può dedurre, che per portarlo in cima alla casa, per una o più scale di 50. gradini, vi voglia la forza di 10 uomini ugualmente gagliardi, ma basta questo solo, purchè seguiti il viaggio in un tempo conveniente, e proporzionato a fare tutti i mentovati scalini; così quando ancora fusse vero, che una piena d'undici braccia si richiedesse per far salire la ghiaia sopra un greto di 2. braccia, non seguita, che per farla salire ad un altezza cinque volte maggiore vi vogliano 55. braccia di piena, ma basterà la medesima; purchè operi similmente in un tempo cinque volte maggiore, nè vi manchino le necessarie disposizioni nell'acclività delle piagge, per potervela condurre, o almeno concorrino tali circostanze di urti, e ripercuotimenti gagliardi, che sieno favorevoli a quest' effetto.

XXIX Nella stessa *pag* 4 *lin* 13. asserisce il nostro Autore, come cosa manifesta, ed indubitata, che tutta la campagna, tanto a destra, quanta a sinistra del fiume Era, sia parto dell' espansione del fiume, dicendo: *manifestamente si osserva, che la detta campagna fuor d' ogni dubbio, è stata ricolmata dalle torbide dell' Era;* nel che, per dirla schietta, parmi ch' e' giuochi ad indovinare, qual fusse lo stato di questi paesi ne' Secoli passati, de' quali non v' ha, nè può avervi memoria, quando il bisogno richiede d' illustrare lo stato presente. Chi può mai decidere, se la campagna, che rimane sopra l' alte ripe dell' Era, sia effetto del fiume, o fosse così fatta da Dio nella creazione de' monti, e disposizione delle valli, o rimanesse in questa positura dal calare dell' acque del diluvio, o risultasse dall' espansione del mare sopra di queste colline, come pare, che ce ne faccia fede la gran copia de nicchi, che in esse si trovano; e confronta col continuo dilungamento del Mare, il supporre, che una volta tutto questo paese ingombrasse? Io non posso se non ammirare la franchezza di chi si vanta, in un occhiata d' essersi totalmente assicurato di queste cose, che a mille difficoltà sono soggette, e che non si porranno giammai in chiaro abbastanza.

XXX. Che il terreno venga giù a scarpa lungo il fiume dell' Era, come osserva il nostro Autore in appresso, per avvalorare la sua conjettura, non mi sembra particolarità da farne gran mistero. Tutti i fiumi, che hanno l'origine da' monti, e scendono giù per le valli, averanno la stessa disposizione: perchè l' acqua sempre tende al basso, ed altresì dolcemente appoco appoco scendono le declività de' paesi, che tra le colline, ed il mare si distendono: che poi ancora lateralmente in qualchè luogo vi sia la pendenza delle ripe alte, dal fiume verso il poggio, io non voglio negarlo: ma dico bene, che questo accidente può dipendere da varie altre cagioni, e che per altro moltissimo tratto di paese pende manifestamente verso dell' Era, e non verso le colline; e tale specialmente è appunto la positura di Camugliano, come averanno benissimo osservato i Sig. Giudici, e può averlo provato il nostro Autore, che nel venire di là verso il fiume, sempre si scendeva; il che ancora viene dimostrato evidentemente dagli scoli, che di quà, e di là attraversano l' Era, non già mettendo foce in essa obliquamente, a seconda del corso del fiume, ma quasi ad angoli retti: la qual cosa impossibile sarebbe, se la campagna avesse quegli spalti da lui divisati, non potendo scolare da sito più basso in sito più alto. Sicchè segue tutto il contrario di ciò, che suppone, ed asserisce in questo luogo il Sig. Rondelli, insegnando, esser la campagna generalmente più alta appresso al fiume, di quello sia più discosto da esso, ed assicurando, essere questa effet-

effetto dell' espansione dell' Era, in vigore di cui necessariamente *sul ciglio del fiume* (com' egli *alla linea* 23. soggunge) *maggiore si fa la deposizione, di quella facciasi ne' siti più lontani dal detto ciglio;* la qual ragione quando sussista, prova tutto l' opposto di quello, che il nostro Idrometra si è ideato, ritrovandosi appunto lo stendimento del paese con situazione per lo più contraria, la quale non poteva procedere dalla suddetta cagione.

XXXI. Quando poi *alla lin.* 29. egli assicura, essere il fiume Era talmente incassato in oggi fra le sue sponde, *che non solo non può fare espansione veruna sopra delle campagne, ma nè meno nelle piene massime straordinarie può arrivare all' altezza delle sue anche più basse ripe naturali;* io non saprei, come conciliare il suo detto, ne co' fatti già concordati fra le parti; nè coll' altezza delle piene stabilita dalla deposizione de' testimonj, ed abbracciata da lui medesimo *pag.* 8 *lin. ult.* cioè che la piena del 1707. fusse di braccia 11 10. 8.; nè coll' altra misura assegnata da esso in questa stessa *pag.* 4 *lin.* 3. alla medesima piena, cioè di braccia 11. 19., le quali altezze non sono certamente minori di tutte *anche le più basse ripe naturali*, avendone egli stesso notate di quelle, che sono poco più di braccia 9., come costa da ciò, che ha scritto *pag* 3 *lin.* 18 della penisola del Sig. Quarantotti, e *lin.* 23 delle ripe del piaggione de' Colombini; e molto meno saprei, come a ciò si accordasse quello che ha nella stessa *pag.* 3 *lin* 35. della medesima piena dell' anno 1707., *la quale* (dic' egli) *come a tutti è ben noto, sopra dell' accennate ripe basse non portò che semplice arèna minuta, e belletta;* il che non poteva succedere se l' Era, come egli ci assicura nel luogo, che ora esaminiamo, *nè meno nelle massime piene straordinarie può arrivare all' altezza delle sue anche più basse ripe naturali*, m' imagino però, ch' egli forse intenda per *ripe basse naturali*, le minori fra le ripe alte; del quale suo concetto particolare dovea più espressamente dichiararsi, dando la ragione, perchè quelle, che ordinariamente da noi si chiamano *ripe basse* non sieno da stimarsi, e da aversi per *naturali*, ma *soprannaturali* per avventura, o come altri pretese di voler dimostrarle, *artifiziali e fattizie;* quasi che vi fusse stata portata, ed alzata la terra per umana industria, e con opera manuale.

XXXII. Segue poscia l' Idrometra ad indovinare come stesse l' Era ne' tempi antichi, per compire tutta l' idea, che regola il sistema del supposto abbassamento del suo letto, figurandosi *a lin.* 39 che negli andati secoli *sopra di questo fiume si ritrovassero più edifizi, tutti colle loro peschaie, le quali mantenessero il fondo dell' Era in tale altezza, che l' acque del detto fiume nelle massime piene straordinarie si spandessero sopra delle vicine campagne* [e queste vuole che fussero in que' tempi, almeno nella parte superiore, *tutte incolte, e boschive*, per isfuggire l' inconveniente, che le inondazioni del fiume non mandassero a male le ricolte] *li predetti edifizi dipoi per qualche mondano accidente rovinati, l' acque dell' Era si sono trovate in istato di profondare il proprio letto, ed incassarsi dentro del terreno, in quella forma, che di presente si vede.* La quale idea, quando pur fusse adattata al bisogno di sostenere l' impegno della parte, si vede bene essere del tutto arbitraria, e non avere maggior fondamento, di quello potesse avere qualunque altro sistema totalmente diverso de' tanti, che possono a capriccio di chi che sia inventarsi, e studiatamente, conforme al proprio interesse, architettarsi.

XXXIII. Ma oltre a ciò vi è di più qualchè improprietà, in credere, che in un paese *tutto boschivo ed incolto*, e selvatico, quale si suppone in que' tempi essere stato questo, andassero gli uomini a fabbricare tanti edifizi attraverso dell' Era, senza veruno proposito, e con una spesa eccedente: mentre non v' essendo allora (a tenore del dissegno fatto dal nostro Autore)

re) altre ripe naturali, se non le alte; e queste sopra il recinaio avendo una distanza di braccia 400., vi voleva un immensa somma di danari, e di materiali ad alzare tante, e così lunghe pescaie, che attraversassero così gran larghezza. Ed inoltre, come altrove si è detto, è impossibile, che rovinassero affatto da se stesse, ed è inverisimile, che non vene fusse rimaso vestigio alcuno, come vi è restata qualche reliquia del mulino sorrenato al confine di Camugliano, e dell' altro superiore de' Sigg. Pucci.

XXXIV. Avverte il nostro Autore *pag.* 5 *lin.* 8 *e seg.* Che quantunque da noi si fusse concludentemente provato, che il mulino del Roglio fusse contemporaneo al mulino preteso rovinato del Sig. Marchese N. *ciò punto non prova, che sopra del presente fondo dell' Era non possa essere rifabbricata la steccaia per un nuovo mulino, ancorchè la detta pescaia fusse seppellita dall' alzamento del fondo di questo fiume, poichè in ciò resterebbe l' obbligo alla Parte di provare ancora, che la pescaia del mulino rovinato fusse stata di tutta quell' altezza, che poteva essere.* Al che si replica, bastare all' intento nostro, che dal mulino sorrenato del Bianconi sopra il Roglio, si deduca immediatamente, e direttamente il riempimento, ed alzamento del Roglio medesimo, e quindi per infallibile connessione un simil rialzamento nell' Era. Dal che s' inferisce, non sussistere l' eccezione data alla prova del Sig. T. fondata ne' beni di ripa bassa (cioè che fussero questi parti del fiume, in tempo che scorrendo più alto di letto, vi arrivava colle sue piene; il quale effetto non debba più temersi, ora che il fiume si pretende essere profondato) e ferma stante la prova de Sig. T. per essersi confutata la suddetta, ed ogni altra eccezione contraria, non vi è più luogo all' alzamento della pescaia pretesa. Del resto, non tocca a noi il provare, che le antiche pescaie immaginate dalla parte avversa avessero tutta l' altezza, di cui erano capaci: ma piuttosto è incumbenza di chi pretende fabbricare la nuova pescaia, il mostrare questa singolare particolarità, se vuole escludere il pregiudizio, di cui si teme; altrimenti si supporrà sempre, che gli antichi padroni facessero le supposte pescaie col maggior vantaggio possibile, e che se da essi non furono rifatte, dopo che rimasero sorrenate, ciò fusse per non averle ritrovate capaci di miggiore alzamento.

XXXV. Quando *alla lin.* 20. aggiunge: *Bisogna che la Parte concludentemente provi quel danno, che ne seguirebbe alle campagne, o pure ad altri edifizi superiori, se ve ne sono, ogni qual volta questo edifizio si riconducesse al primiero uso di mulino.* Si risponde, che il pregiudizio è bell' e provato nelle Scritture fin ora prodotte per parte del Sig. Marchese R. massimamente ora, che manifestamente rimane esclusa l' eccezione del preteso abbassamento del fiume, coll' essersi mostrato piuttosto il successivo notabile rialzamento. Ma quando ancora non fusse concludentemente provato il pregiudizio, e rimanesse solamente probabile il pericolo de' danni temuti da cotale alzamento, la prudenza de' Sig. Giudici non permetterebbe, a mio credere, questa novità, prima che la parte, la quale pretende di fabbricare il mulino ad onta di chi gli si oppone per zelo del pubblico bene, e per l' indennità de' suoi importantissimi interessi, abbia sufficientemente giustificato, che cessi ogni ombra di sospetto, pienamente provando, che non sussista il pericolo dei danni temuti: acciocchè eglino possano assicurarsi, che il Decreto favorevole ad una Parte, non possa cagionare gravissimi disordini a' pubblici, e privati interessi, e che il prudentissimo loro giudizio non resti esposto alla riconvenzione di quegli accidenti funesti, che quindi ne potessero succedere.

XXXVI. Tralascio, che l' erezione della pescaia sopra la penisola della

fornace non può passare per la riedificazione d' un mulino, che già fu mezzo miglio al disotto nel confine di Camugliano, in sito diversissimo, e che ha l' opposta ripa appartenente a diversi padroni; onde potea far di meno l' Autore d' inserire quì, e sparsamente altrove varie clausule di *rifabbricare la steccaia, di ridurre l' edifizio al primiero uso di mulino &c.* usate artifiziosamente da lui, per colorire la pretesa erezione, quasi diretta a rimettere le cose nello stato antico, e non ad introdurre una novità capace di sconcertare lo stato presente.

XXXVII Nè giova il dire, com' egli fa in questa *pag* 5 *lin* 39. che in somma, *se ne' tempi antichi l' alveo di questo fiume fu capace di più steccaie per uso de' mulini, lo sarà anche in oggi, col solo divario di quel piccolo alzamento naturale, che può essere stato cagionato nel fondo dell' Era dall' alzamento de' fondo dell' Arno*. Imperocchè, dall' esservi stati un tempo fa, come s' asserisce, più mulini nell' Era, e non esservi più presentemente da Ripabianca in giù, si argomenta appunto, che non ci possano stare: non potendo, o non dovendo supporsi, che gli antichi fussero così trascurati, e del privato, e del publico bene, che tralandassero di mantenervi le pescaie, e risarcirle a dovere, se non l' avessero provate o dannose alla campagna, o inutili al loro uffizio, o per se medesime insussistenti.

XXXVIII Osservo di più, che nè meno sarebbe da stimarsi tanto piccolo quell' alzamento, che ora finalmente s' accorda essere seguito nel medesimo fiume, quando ancora dipendesse solamente dall' alzamento d' Arno, come la Parte asserisce: perchè quanto questo sia notabile, s' è già veduto di sopra *num* 7. e si deduce ancora da ciò, che ha scritto il nostro Autore *pag* 4 *lin*. 26., che l' Arno *con le proprie torbide ha formata molta campagna dello Stato Pisano in vicinanza del mare*; il che non potè succedere senza un gran rialzamento del suo fondo corrispondente nella proporzione dovuta al prolungamento della linea del suo corso: e molto meno è da stimarsi piccolo il detto alzamento dell' Era, se si farà riflessione alle molte cagioni, che possono unitamente averlo formato. Ma finalmente, qualunque siasi, o poco, o molto per voler dimostrare, che non basti ad escludere la pescaia, che si pretende di fabbricare, converebbe poter persuadere, che il detto alzamento del letto fusse assai minore della altezza, che avevano le supposte pescaie antiche; il che [oltre al non provarsi] è del tutto inverisimile, essendosi dimostrato nell' accesso, come si riferisce da me nelle *Nuove Considerazioni n*.7. *e* 8. che dentro il letto dell' Era, vicino al luogo della supposta pescaia, e lungo alle mura, che ivi si mostrano come reliquie del mulino antico, vi s' infondeva tutta la lunghezza d' un palo di ferro di 9. braccia, che se fosse stato più lungo, poteva ancora penetrare più addentro.

XXXIX. Ma ritornando un passo più addietro cioè alla *lin*. 27. *di questa pag*. 5. Non è da dissimularsi ciò, che ivi dice il nostro Autore dell' altezza delle massime piene, per cui determinare egli attesta *di non vedere più sicuro riscontro di quello viene deposto da' testimonj esaminati ad istanza delle Parti, come più avanti si vedrà*. Dove chi non crederebbe che i testimonj deponessero a favore della Parte avversa, giacchè ad essi propone di voler deferire? e pure depongono tutto l' opposto di quello, che il Sig. Rondelli pretende, come vedrassi a suo luogo; ma quando pure deponessero a modo suo, non sarebbe da attendersi il loro deposto, si perchè non v' è prova più fallace di questa, come accenna ancora il Sig. Dott. Manfredi *nel suo parere pag* 6 *lin*. 21. e si perchè sarebbe contrario il loro detto a tante dimostrazioni indubitate di fatto.

XL. Pro-

XL. Propone quindi *lin.* 44. che stabilita l' altezza delle piene massime ordinarie, *converrà fare il calcolo delle sezioni:* quasi che questo non si sia già fatto sulla cassa presente, che ha il fiume dentro le ripe basse, e ciò fino nel primo accesso. Ma forse io non averò ben inteso in questo luogo il sentimento del Sig. Rondelli, vorrebbe, che si facessero i calcoli delle Sezioni distese fra le ripe alte, da lui chiamate ripe naturali, per cercare, se in tutta quella grande ampiezza possa collocarsi l' acqua, che in tempo di piena già riempie, anzi sormonta la cassa delle ripe basse, delle quali oramai confessa il nostro Autore, che non occorrerà più farne conto, eretta che sia la nuova pescaia. Che però soggiunge *lin* 47. doversi solamente vedere, *se le campagne restino difese dalle ripe naturali, lasciando da parte le ripe basse, le quali per essere deposizione fatta dall' acqua, danno a divedere, che le acque di questo fiume non abbisognano di tanta capacità, quanta è quella, che si trova fra le ripe alte, essendosi le acque naturalmente incassate dentro delle ripe basse, ed unicamente nelle massime piene straordinarie occupano tutta quella capacità, o sia larghezza, che si trova fra le ripe alte;* come segue a dire *sul principio della pag.* 6.

XLI. Al che si replica, che già nell' antecedenti Scritture s' è dimostrato l' importanza, e gravezza del pregiudizio, che risulterebbe dal sottoporre i beni di ripabassa alle continue inondazioni del fiume. E se il Sig. Rondelli vi avesse in dette ripe un solo podere, di tanti quali già vi sono in essere, ben coltivati, e posseduti da varj padroni, e specialmente dall' Illust. Sig. Marchese R. ei non direbbe, che non debba tenersene conto, comecchè sieno effetto del fiume. Ed in fatti, se sussistesse questa ragione, proverebbe, che nè meno si dovesse far caso di tutta la campagna, che è sopra le ripe alte, la quale (a giudizio del nostro Autore *pag.* 4. *lin.* 13) è parimente formata dall' espansioni del medesimo fiume; E pure a questa egli concede, che debba aversi il dovuto riguardo e perchè dunque non ancora agli effetti di ripa bassa, che hanno avuta la medesima origine?

XLII. Aggiungo, che nemmeno abbastanza provvede il Sig. Rondelli all' indennità degli stessi beni esistenti sopra le ripe alte; anzi fatta la steccaja in altezza di braccia 8. e tre quar. qualsivoglia delle ripe alte sara soggetta alle piene straordinarie di 14 braccia, che coll' alzamento del fondo cagionato dalla pescaia ha più di 22. braccia d' altezza, a cui niuna ripa arriva presentemente; e quelle ripe ancora, che sono di 18. braccia (non che le più basse di 15. e 16., che potranno allora essere superate dalle piene di 8. braccia) verranno inondate dalle piene ordinarie di braccia 10 e 11., quali già si ammette dal Sig R. che succedano nell' Era. Il che manifestamente si deduce dal calcolo dell' altezze, non avendo riguardo alla maggiore larghezza, perchè questa compensa la diminuzione della velocità, che quì non si è messa in conto, come già si è avvertito nelle precedenti scritture.

XLIII. Ciò che dice il nostro Autore *pag.* 6. *lin.* 7. che la ritardata velocità *nè fluidi sempre non opera in quella guisa appunto, che si osserva ne' solidi, facendo conoscero l' esperienza sicura maestra della verità, che la meccanica de' fluidi varia di molto dalla meccanica de' solidi, quantunque il Sig. Guglielmini nel suo Trattato della natura de' fiumi la vogli totalmente uniforme*, è contrario al sentimento di tutti gli scrittori più accreditati di queste materie, cioè [oltre al Guglielmini da lui citato] del Galileo, del Torricelli, del Castelli, del Michelini, del Mariotte, del Varignon, e di tant' altri mattematici di primo rango, a' quali non merita d' essere paragonata l' autorità sola di Monsù Papin, che in ciò pretese di confutare il Guglielmini; e mi ma-

raviglio che il Sig. R. o non abbia vedute le risposte date dal medesimo Guglielmini al suo avversario, ed applaudite comunemente da tutti i mattematici, o non ne sia egli solo rimaso appagato, sicchè ora vada rinnovando fuori di proposito la stessa contesa, con ciò che ha detto in questo luogo, e che soggiunse *al fine della medesima pag. 6.* dicendo, *che i fluidi osservano in fatti altre leggi differenti da quelle de' solidi*; il che se fusse generalmente vero, non avrebbe potuto l' Autore *lin. 27. della stessa pag.* assicurare, *che la velocità de' fluidi cresca nella ragione dimezzata dell' altezze*, perchè *secondo le dimostrazioni del Galileo i gravi* (cioè *i solidi* de' quali solamente tratta il Galileo) *nella discesa accrescono in tal ragione la sua velocità*.

XLIV. In fatti la natura non adopera altre leggi per i corpi solidi, ed altre per i fluidi, mentre tanto questi, che quelli si muovono a basso in virtù della gravità, che negli uni, e negli altri è della medesima sorta, e dipende dalli stessi principij, o cagioni, solamente vi è questo divario, che i solidi hanno le parti tutte insieme attaccate, onde fermata, ed impedita dal suo corso una di esse presa nella direzione del suo centro, conviene si fermino tutte: laddove i fluidi hanno le parti staccate, onde si spargono, e non restano impedite dal loro moto le superiori, perchè si arrestino da qualche ostacolo le inferiori; e però il corso d' un fiume diacciato si ferma, e non così quando è liquido. Ma se questa differenza di natura convincesse, doversi stimare diversa la meccanica de' fluidi da quella de' solidi, converrebbe distendere una sorta di meccaniche pel ferro, un'altra pel legno, un'altra per i sassi, e così discorrendo d' ogni specie diversa di corpi, perchè la varia natura di essi cagiona sempre qualche particolare effetto non dipendente dalle regole generali della meccanica comune.

XLV. Ma per tornare un passo ancora più addietro: io stimo verissimo, e credo che ammettere si debba per indubitato, ciò che confessa l' Autore *nella stessa pag. 6 lin. 5.* che per cagione della ritardata velocità nella minor pendenza, la quale verrà ad acquistarsi il fiume, fatta che sia la pescaia, dovrebbe farsi un maggiore alzamento d' acqua di prima: e questo è quello, che io ho voluto ad ogni modo dissimulare, credendo che sufficientemente possa compensarsi colla maggiore larghezza, che averà l' acqua tra le sponde fatte a scarpa, le quali averanno qualche maggiore distanza, in corrispondenza alle parti del fondo più sollevato. Ma non è già da ammettersi, ed è ne suoi termini stessi ripugnante, ciò che soggiunge *lin. 19.* che l' altezza dell' acqua accresciuta nel luogo della minore pendenza, accresca il moto del fluido, *fino che pareggi quella velocità, che ha il fluido quando cammina sopra di un piano maggiormente inclinato*; imperocchè se vuole il Sig Rondelli che in un piano meno inclinato vada l'acqua colla stessa velocità, con cui andava nel più declive, è impossibile, che si faccia più alta, e se fassi più alta (prescindendo da maggiore larghezza) ripugna che cammini colla stessa velocità di prima. La ragione si è, perchè dovendo sempre in un dato tempo scaricarsi ugual quantità d' acqua per qualunque sezione superiore, o inferiore d' un medesimo canale, come dimostrò il P. Castelli *prop. 1. del suo tratto dell' Acque correnti*, ed acconsentono tutti i professori più accreditati d' Idrometria, dovunque abbia l'acqua uguale velocità, averà ugual sezione, e però (in pari larghezza) averà uguale altezza; e viceversa, se in pari larghezza ha maggiore altezza, dee avere tanto minore velocità, per iscaricare la medesima copia d' acqua: altrimenti colla stessa velocità il fiume profonderebbe più acqua per l' accresciuta sezione, di quella che riceve dalle parti superiori dell'alveo per una sezione minore in pari velocità.

XLVI. Se

XLVI. Se pure il sentimento di questo Autore non fusse, che l' acqua nell' ingresso bensì ad un piano meno declive, risentendone il ritardamento, si alzasse di livello, e poi susseguentemente avendo ricuperata, con tale alzamento, la primiera velocità, ritornasse ad abbassarsi al primo livello. Ma come ciò, se questo medesimo Autore *ivi lin.* 14 confutando chi crede, scendere i fluidi, non meno che i solidi, per un piano meno declive con minore velocità, gli oppone per assurdo, che *in que' fiumi, che nel corso mutano la loro pendenza, resterebbe affatto sregolato il corso dell' acqua, mentre più tardi si moverebbe scorrendo sopra della minore pendenza, e più presto sopra della maggiore, cosa che sarebbe di un sommo sconcerto al moto dell' acqua de' fiumi?* Non sarebbe egli maggior disordine, se oltre il ritardarsi l' acqua, incontinente poco dopo accellerasse, e di più venisse prima a rigonfiare la sua altezza, e poi di nuovo si abbassasse, facendo una superficie disuguale, e non unita, quale è propria de' fluidi?

XLVII. Si concluda adunque, non sussistere in verun conto il pensiero del Sig. Rondelli in questo particolare: e quanto allo sconcerto, ch'egli teme nel corso dell' acqua, se mutando pendenza mutasse velocità, si risponda, che ordinariamente la mutazione della pendenza si fa appoco appoco per gradi insensibili, degenerando la linea del fondo in una curva, come dissi nelle mie *riflessioni num.* 4 *e* 5. Sicchè facendosi il passaggio alla ritardata velocità insensibilmente, non ne seguirà lo sregolamento temuto, ma quando passi un fiume da una declività ad un' altra sensibilmente minore tutto in un tratto, non è sconcerto alcuno, che passi altresì subitaneamente ad un grado di velocità minore di quello, che prima esercitava nel piano più declive, secondando col suo corso irregolare l' irregolarità del letto, sopra di cui cammina.

XLVIII. Per tanto non si maravigli l' Idrometra, *se fino ad ora non ha veduto scrittore, che con fondamenti teorici, e pratici assegni la proporzione* (com' egli dice *lin* 23.) con cui debba crescere il livello dell' acqua d' un fiume ne' siti della minore pendenza, *perchè ne venghi una regolata velocità in tutte le parti del fiume*; non essendosi curato alcuno di cercare ciò che non è, e che non può essere, ripugnando, come si è detto, che in un canale continuato, senza variare larghezza, cresca l' altezza del fluido, e con ciò cagioni una velocità uguale a quella, con cui prima camminava in altezza minore, sopra d' una maggior pendenza.

XLIX. E quì torna a proposito lo scuoprire un equivoco, che spesso inganna quelli, i quali non hanno punto di teorica dell' operazioni de' fluidi. Sentono dire, che la velocità ne' gravi cadenti cresce in dimezzata proporzione dell' altezze, e citano su questo punto *le dimostrazioni del Galileo, e del Toricelli*, come fa quì il nostro Autore *lin.* 28. e l' applicano all' altezza del corpo fluido dell' acqua corrente in vari canali, credendo che debba farsi più veloce il suo corso in ragione dimezzata dell' altezza della sezione; quando i suddetti Autori hanno parlato unicamente dell' altezza presa dall' origine del moto, la quale sola può regolare la velocità de' cadenti, e non hanno stesa la dottrina loro all' altezza, che ha la superficie dell' acqua dal fondo dell' alveo, la quale non può per se stessa cagionare maggior velocità quando non sia maggiore di tutta la caduta dell' acqua; come con varie sperienze, e ragioni ha dimostrato espressamente il Galileo medesimo; e poscia il Guglielmini *nel lib.* 4. *prop. della misura dell' acque correnti;* onde ancora per questo capo non sussiste il pensiero del Signor R.

L. Per altro, s' egli desidera veramente, ed in termini abili, che gli si determini *con fondamenti Teorici, e Pratici* la proporzione, con cui l'altezza dell' acqua, presa nel suo legittimo senso, cioè per l' altezza della caduta, debba crescere al passaggio d' un fiume ne' piani delle minori pendenze, acciocchè la velocità in ogni sito si mantenga la medesima, non è cosa difficile il soddisfare pienamente al suo quesito, con dire, che essendo la velocità nello stesso piano in dimezzata ragione dell' altezze, onde ha origine il moto, e stante la medesima altezza, variando la velocità, o il momento a misura de' seni corrispondenti agli angoli dell' inclinazione, che hanno coll' orizzonte i canali, pe' quali scorrono l' acque, è cosa manifesta, essere la velocità nella ragione composta di entrambi queste ragioni: e però essendo l' una reciproca all' altra cioè (raddoppiandole amendue) *ogni qual volta le altezze fussero reciprocamente, come i quadrati de' seni dell' inclinazione de' piani, pe' quali si muove successivamente un fiume, avere bbe questi in ogni sito uguale velocità.* Il che confronta coll' ingegnosa soluzione della curva Isocrona, data da' Sig. Leibnizio, e fratelli Bernoullii *negli Atti di Lipsia* 1689. 1694., cioè che se un grave anderà per la concavità d' una parabola cubica del secondo genere, il cui asse sia orizzontale, ed il vertice sia distante dall' origine del moto per quattro noni del suo parametro, si moverà per essa il grave discendendo equabilmente, cioè mantenendo da per tutto la stessa velocità. Il che più universalmente si dimostra ancora dal Signor Varignon *nelle memorie dell' Accademia Reale di Parigi del* 1699. *e* 1703.

LI. Aggiunge il Sig R. *alla lin* 35. che le regole allegnate da' professori d' Idrometria ad un fluido, il quale passi per differenti sezioni, non possono aver luogo nelle varie pendenze: *perchè se ciò fusse vero, l' acque correnti de' fiumi, vicino alli loro sbocchi, dove è minore la pendenza, doverebbero avere l' altezza maggiore, di quella che hanno superiormente, dove è maggiore la pendenza, effetto tutto contrario a quello ne dimostra la stessa sperienza, la quale a tutti li pratici patentemente dà a divedere, che l' altezza dell' acqua vicino allo sbocco de' fiumi sempre è minore di quella, che si osserva ne' siti più lontani da detti sbocchi.* Nella quale dottrina molti equivoci sono compresi. Primieramente quando si dice, che la minor pendenza richiede maggiore altezza d' acqua, a conto della minore velocità, esercitata generalmente da' gravi sopra de' piani meno declivi, s' intende *ceteris paribus*, cioè in ugual distanza dal principio del moto, se dovrà scorrere l' acqua sopra un piano di minor pendenza, in vece di scorrere sopra uno di pendenza maggiore, averà in quello minore velocità, ed in conseguenza maggiore altezza, che non averebbe in questo; ma parlando di due piani diversamente inclinati, e posti in disuguale lontananza dall' origine del fiume, cioè quando il meno declive fosse inferiore, ed il più declive superiore, è necessario, che generalmente sia minore velocità, e per conseguenza maggiore altezza d' acqua in quello, che in questo.

LII. Anzi benchè ambi i piani sieno immediatamente contigui paragonando diverse parti dell' uno, e dell' altro, potrà esservi uguale, maggiore, o minore velocità, secondo i casi diversi, i quali possono determinarsi così. La distanza d' una parte del piano superiore dell' orizzontale condotta per l' origine del fiume, sia uguale ad A; e la distanza più grande, che ha similmente dalla detta orizzontale una parte del piano inferiore, sia uguale a B. Il seno di complemento dell' angolo, a cui s' incontrano ambidue i piani contingui, sia uguale a C., ed il raggio, o seno totale si chiami T. Qualunque volta sarà A. a B. come il quadrato di C. al quadrato di T., le

velo-

velocità di ambedue le parti dell' uno, e dell' altro piano (prefcindendo da ogni altro eftrinfeco impedimento diverfo da quello, che cagiona la variazione della pendenza) faranno uguali; ma fe A. a B. aveffe maggior ragione, che il quadrato di C. al quadrato di T. allora farebbe maggiore la velocità in quella parte del piano fuperiore, e più inclinato, che nella parte del piano inferiore, meno inclinato: e finalmente fe viceverfa A. a B. aveffe minor ragione, che il quadrato di C. al quadrato di T., farebbe minore velocità in quella, e maggiore in quefta; e però riufcirebbe in tal cafo minore l' altezza delle fezioni del fluido nel piano inferiore, che nel piano fuperiore, come appunto riefce vicino allo sbocco. Infomma la minore pendenza richiederebbe maggiore altezza, per la maggiore tardità del fluido, fe cominciaffe dalla quiete a muoverfi l' acqua fopra una tale pendenza: ma non già qualora vi giunga affetta da una velocità precedentemente acquiftata, ed in difpofizione ad accrefcerla col moto accellerato, come accade all' acqua, che fcorre pe' canali de' fiumi, fecondo ciò che diffe il Sig. Guglielmini *lib. 2. della Mifura dell' acque correnti, coroll. 5. prop. 2. pag. 20. e nella prima Epiftola Idroftatica pag.* 107.

LIII. In fecondo luogo, febbene il letto de' fiumi vicino allo sbocco ha minore pendenza, quando però l'acqua ha notabile altezza, e non va radendo il fondo, ha la fua fuperficie difpofta in un piano tanto più declive, quanto maggiore è la differenza dell' altezze nelle fezioni lontane, da quella delle fezioni proffime al termine del fiume, come già offervò il Galileo, da me citato nelle *Rifleffioni num.* 15. ed è di parere il Torricelli *in certe fue fcritture fopra la Chiana*, che la velocità dell' acque correnti debba piuttofto regolarfi colla pendenza della fuperficie, che con quella del fondo; e quefto è il folo modo, con cui l'altezza del corpo d'acqua, che fcorre ne' canali, può veramente cagionare in effi maggiore velocità, cioè dando alla fuperficie dell' acqua maggior pendenza, come fu offervato dal Galileo *nel luogo cit.*, e dal Signor Mariotte *nella feconda parte del fuo trattato del Moto dell' acque*.

LIV. S' aggiunge in terzo luogo, che lo fcemare dell' altezza ne' fiumi vicini allo sbocco, dipende talvolta da varie altre circoftanze, come dalla maggiore larghezza, in cui ivi fi dilatano l' acque; dalla diminuzione della materia, che porta il fiume, di cui ne lafcia la più groffa, ed in fi gran copia, per l' alveo, conducendo al fuo termine l'acque quafi del tutto già chiare, onde fono obbligate a fcorrere più baffe, non avendo realmente da fcaricare tanta mole di compofto terraqueo per le fezioni inferiori, quanta per le fuperiori, ftante le depofizioni fatte per iftrada; e da altri fimiglianti accidenti; onde la fperienza oppofta dal Sig. Rondelli non ofta alla generalità delle regole affegnate al corfo de' fluidi, che paffano per diverfe fezioni, eziandio mutando pendenza.

LV. Ma fentiamo ciò che conclude il noftro Autore *lin. 41. della fteffa pag.* 6. da tutte quefte premeffe tanto vacillanti, come fi è veduto, e fi poco tra di loro conneffe: *Su quefti rifleffi* (dic' egli) *non è da credere, che fatta la pefcaia d' una determinata altezza, la mole dell' acqua fia per alzarfi fopra della crefta della detta pefcaia, tanto appunto, quanto la detta pefcaia è alta fopra del fondo*. Dal che fi cava manifeftamente, ch' egli nè meno ha lette le fcritture fatte dalla noftra parte, mentre ci attribuifce un fentimento, che na anco per fogno ci è venuto in mente. Neffuno ha pretefo, che fatta la pefcaia d' una determinata altezza, debba l'acqua fopra l' orlo di effa alzarfi appunto altrettanto, quanto quefta fi folleva dal fondo. Il letto dell' Era è quello, che neceffariamente dal fondo prefente fi alzerà altrettanto, quanto fa-

to sarà l'alzamento del parapetto, che opporrassi alla discesa dell' acque dall' eretta pescaia: sopra del fondo poi così sollevato, si alzerà l' acqua, ora più, ed ora meno, secondo i tempi, e secondo l' altezza delle piene; onde nulla vi ha che fare in questo luogo la differenza de' fluidi da' solidi, perchè nè in questi, nè in quelli può verificarsi generalmente un tale effetto, con tutto che il nostro Autore lo conceda *lin.* 45. a questi, e non a quelli.

LVI. Passando poi *pag.* 7. *lin.* 3 ad esaminare l' alzamento del fondo, crede il Sig. R *che non sia per alzarsi, se non quel tanto, che corrisponde alla ritardata velocità dell' acqua*: il che quando pure sia vero, non contradice alla nostra proposizione, che il fondo altrettanto debba alzarsi, quanta appunto sarà l' altezza della pescaia, la quale con tutta se stessa dovrà opporsi al corso del fiume, e ritardarlo. Contradice bensì questo suo detto a ciò che immediatamente soggiunge: *essendo certissimo, che lo stabilimento del fondo d un fiume, non solo dipende dalla forza del fluido, che gli scorre sopra, ma ancora dalla qualità del terreno*; imperocchè, ciò stante, converrà, per sapere la misura dell' alzamento del fondo, riguardare, sì alla forza del fluido, sì alla qualità del terreno (e poteva aggiungerci, a molte altre circostanze) come dunque si è assicurato, che nel caso nostro non debba alzarsi, *se non quel tanto che corrisponde alla ritardata velocità dell' acqua*, o come dice *lin* 10 tanto solo, *quanto si sarà diminuita la forza dell' acqua per causa della pescaia?*

LVII A quale proposito poi abbia detto *lin.* 7. Quindi avvenire, *che quei fiumi, li quali camminano sopra la semplice arena, alle volte sono con maggiore, ed alle volte con minor fondo, e questo a causa delle maggiori, e minori piene*, io non saprei indovinarlo. A me pare, che ciò ancora, oltre il non avere molta connessione col punto, che tra noi si dibatte, abbia pochissima consonanza colla dottrina da lui addotta di sopra; mentre ciò prova piuttosto, che lo stabilimento del fondo non dipenda in veruna maniera dalla qualità del terreno, ma solo dalla diversa forza delle piene, e varia disposizione dell' alveo, colle diverse battute, che in esso fa l' acqua, giacchè colla medesima qualità di semplice rena ad ogni modo si varia il fondo de' fiumi.

LVIII. Aggiunge *lin.* 13. che poco debba essere l'alzamento del fondo, come si crede d' avere sin ora dimostrato, ma quando ancora vi fusse timore di maggior' alzamento, *l' uso d' un callone basterà, per mantenere il fondo superiore di questo fiume in altezza poco maggiore di questa, che ora tiene, mentre la soglia del callone sempre sarà il regolatore del fondo superiore.* Ma è da avvertirsi, che il callone non averà di larghezza nè meno la trentesima parte della sezione del fiume: sicchè (quando ancora si possa sempre accorrere prontamente ad alzarlo in tempo di massime piene) non darà un aiuto considerabile questa apertura per ismaltire tanta quantità d' acqua quanta verrà trattenuta dalla pescaia. Di più esso callone non può servire a tener voto, se non un piccolo canale di braccia 50., overo 60. di lunghezza dentro il letto del fiume, il quale tutto superiormente, e lateralmente verrà riempiuto di ghiaja, a quella misura, che già altre volte si è dimostrato.

LIX Del che se ne può avere il riscontro coll' esperienze di simili pescaie altrove edificate, nelle quali, benchè vi fusse il callone, e si tenesse a' tempi debiti aperto, ciò non ha impedito, che il fondo superiore alla chiusa non si sia rialzato, ancora talvolta con maggiore pendenza, di quella che in pari spazio abbia il fiume naturalmente sotto la chiusa, come nel

primo

primo Accesso fu osservato nel mulino, che ha sopra il Roglio il Sig. M. R. il qual fiume si riscontrò non avere il fondo superiore alla pescaia in un piano orizzontale, ma più inclinato del fondo inferiore. Onde il simile può aspettarsi ancora, che debba succedere nell'Era, quando fatta sia la pescaia controversa; o al più qualche piccolo tratto solamente del fondo contiguo alla cresta della pescaia rimarrà orizzontale, ma non già in una notabile lunghezza potrà ciò riuscire, come pare che quì si prometta il Sig. R.

LX. Che se *moltissimi sono i fiumi, i quali per il corso di molti anni nelle parti inferiori camminano sopra di un fondo sensibilmente orizzontale*, come ci assicura l'Autore *lin.* 19. dicendo, che *tutti i periti della Lombardia ciò affermano accadere al fiume Po dalla Stellata sino al mare, lunghezza di miglia sopra 50. nel qual sito vogliono che questo fiume abbia il suo fondo senza alcun sensibile inclinazione*. E' manifesta la differenza di que' fiumi dal nostro, perchè quelli averanno già acquistata tutta la velocità loro dovuta nella precedente pendenza, ed in quella si saranno scaricati di tutte le materie grosse, che seco portavano, onde, senza bisogno d'altra deposizione potranno scorrere chiari, e limpidi, colla velocità già conceputa, vicino al loro sbocco, per un piano sensibilmente orizzontale. Ma il nostro fiume Era nel sito, di cui si tratta, corre torbido di terra, e rena, e ghiaia ancor grossa, ed è lontano dal suo recipiente, non già tante miglia, quante vuole il Sig. Rondelli che 'l Po scorra orizzontalmente dalla Stellata al mare, perchè tanta non è l'estensione di tutto il corso del nostro fiume; ma dico bene assai più di esso, parlando rispettivamente, cioè a proporzione della sua lunghezza, e larghezza. In somma il caso nostro non è ne' fiumi della Lombardia, ma in quelli di Toscana, e specialmente nell'Era, in cui nessun perito ha mai trovato, che corra per un tratto notabile orizzontalmente, ma sempre dal principio alla fine livellandone il fondo, si trova essere sensibilmente inclinato.

LXI. Non debbo già tralasciar d'osservare, che il celebre P. Abate Castelli Bresciano pare che si dichiari di sentimento affatto diverso da tutti gli altri periti di Lombardia citati dal Sig. Rondelli circa il caminare il Po per 50. miglia in fondo orizzontale, mentre *nel coroll.* 14. *del suo discorso circa l'Acque correnti avverte, che il Po lontano dal mare cinquanta, ovvero sessanta miglia, intorno a Ferrara, avrà più di venti piedi d'altezza d'argini sopra l'acqua ordinaria, ma lontano dal mare dieci, o dodici miglia solamente, non arrivano gli argini a dodici piedi d'altezza*, rendendo la ragione, come possa accadere, che nelle piene l'acqua, che ha l'altezza colà di 20. piedi, possa vicino allo sbocco averla di 12. solamente, con dire: *che quello eccesso di quantità d'acqua sopra l'acqua ordinaria, và sempre acquistando maggiore velocità, quanto più si accosta alla marina, e però scema di misura, ed in conseguenza d'altezza*. Il che suppone apertamente, non essere il fondo, nè il livello dell'acqua ordinaria orizzontale; altrimenti sopra di essa spianandosi l'acqua delle piene, non potrebbe viepiù nel corso accellerarsi: il che solo succede ne' piani, che hanno qualche inclinazione all'orizzonte, conforme accordano tutti i meccanici.

LXII. Ciò che insegna l'Autore *lin.* 30. dicendo, che *quei fiumi, i quali sono accresciuti dall'acque d'altri fiumi sboccanti in essi, nel loro principio non camminano con quella mole d'acqua, che si trovano avere nel loro fine*, è una bella, e rara notizia; ma non so già quanto faccia a nostro proposito, nè qual cosa di rilevante quindi si possa cavare a favore della Parte avversa: che però quando da questa premessa, e da cert' altri principj, in se

stessi

ſteſſi veriſſimi, che ſegue a proporre nello ſteſſo paragrafo, ne inferiſce *lin.* 41. queſta conſeguenza: *fatta adunque la peſcaia nell' Era, perchè l' acque di queſto fiume nel principio della lor caduta non ſono di quella velocità, ed altezza, che ſi trovano nelle vicinanze della peſcaia, nè meno potrà ſeguire lo ſteſſo regolamento di prima, in ordine all' alzamento del fondo, fermata che ſarà la detta peſcaia*, io non giungo a capire la forza di cotal diſcorſo, ne ci veggo relazione alcuna tra l' antecedente, ed il conſeguente: ſe pur egli non ſupponeſſe, che il fare la peſcaia impediſſe, che non ſi ſcarichi più nel letto dell' Era la medeſima quantità d' acqua, che prima vi concorreva; ma ſia per avventura divertita altrove, e ſmaltiſcaſi per altri canali.

LXIII. Paſſiamo ora ad eſaminare una delle più importanti rifleſſioni, con cui crede il Sig. Rondelli d' avere aſſicurato il forte della ſua cauſa; queſta è la rifleſſione poſta *alla lin.* 46 *di queſta pag* 7. ed a lungo ſpiegata *nelle due pag. ſeguenti* in queſti termini: *Ma quello, che più di tutto altro mi pare ſi debba attentamente conſiderare in queſto affare, è lo ſcorciamento della linea cagionato dalla peſcaia; poichè, poſta la peſcaia, l' acqua che viene dalla parte ſuperiore, non ritrovando veruna reſiſtenza, arrivata che ſarà alla peſcaia, ſi puol dire giunta al proprio termine, ſenza veruno impedimento, che ritardi il di lei moto; per lo contrario, non eſſendoci la peſcaia l' acqua poſteriore dee ſpingere l' anteriore ſin' dentro del fiume Arno. Ciò ſtante, perchè l' acqua dell' Era, fatta la peſcaia, più non è in obbligo di ſpingere avanti altr' acqua, e per conſeguenza è incapace di ricevere quel ritardamento, che in oggi gli fa l' acqua dalla ſteccaia ſino all' Arno, potrà camminare con velocità maggiore di quella, che ha preſentemente: laonde, fatta la peſcaia, l' alzamento dell' acqua, nelle piene ordinarie, al diſopra della detta peſcaio, non ſarà tanto, quanto è quello, che in oggi oſſervaſi farſi ſopra del fondo preſente nel tempo delle ſteſſe piene.*

LXIV. E' ſtrano veramente, che il Sig. Rondelli faccia tanto caſo di queſto ſcorciamento di linea, o piuttoſto interrompimento del corſo dell' acque, fatto per l' oppoſizione della peſcaia, il quale nulla affatto giova all' intento da lui preteſo. E' vero che la peſcaia ſervirà come di termine a quella parte del fiume ſuperiore, che da eſſa verrà limitata: ma non ſarà per queſto l' ultimo termine del fiume, rimanendogli ad ogni modo tutto il reſto del cammino, che dee compire per ridurſi all' Arno ſuo recipiente. Chi è in viaggio non iſcorcia la ſtrada, per fermarſi in qualche oſteria più vicina, o più lontana: anzi tanto più ſpeditamente arriverebbe al ſuo termine, quanto meno divertiſſe a gli alberghi, che per iſtrada và continuamente incontrando. E l' eſſere più corto viaggio da Ripabianca al ſito della nuova peſcaia, che non è tutto l' intervallo da Ripabianca all' Arno, prova al più, che l' acqua verrà in più breve tempo da Ripabianca al ſito della nuova peſcaia, di quello che venga da Ripabianca in Arno (il che anche adeſſo nel preſente ſtato ſi verifica, nè perciò giova all' intento degli Avverſarj) ma non prova, che debba venire più preſto in Arno, paſſando per l' oſtacolo interpoſto della nuova peſcaia, la quale gli leva tanto di pendenza, di quello che ci venga in oggi immediatamente, ſenza cotal ritegno.

LXV. Anzi io trovo, che fatta la peſcaia in diſtanza di $\frac{2}{7}$ di ſtrada dal ſuo recipiente (come dice eſſo Rondelli *pag.* 10. *lin.* 23) l' acqua di queſto fiume, dal ſoſtegno ſuperiore di Ripabianca a venire in Arno, dovrà impiegare quaſi il doppio del tempo, che adeſſo v' impiega ſenza tale oſtacolo: e più preciſamente parlando, quel tempo ſarà a queſto, come l' unità con

tà con $\frac{1}{3}$ della radice quadra di 8. all'unità; il che dimoſtrerò, quando occorra. Che importa dunque il preteſo ſcorciamento di linea? Gli Autori, che aſſeriſcono, creſcere la velocità de' fiumi allo ſcorciarſi della loro linea, parlano riſpetto al medeſimo ultimo termine, a cui portandoſi il fiume per linea più corta, vi arriva con maggior pendenza, e però con maggiore velocità, e non poſſono altrimenti intenderſi in riguardo a diverſi termini, uno de' quali ſcorci la linea, che da ſe dovea prolungarſi fino all' altro termine, non fermando però nel termine più vicino il corſo dell'acqua, ma quindi rimandandola al termine più lontano.

LXVI. Oltre a ciò conviene conſiderare, che nel noſtro caſo per due capi non può ricevere dal preteſo ſcorciamento verun vantaggio. Primo perchè la linea, che ſi fa terminare alla creſta della peſcaia, ſi ſcorcia bensì di lunghezza, ma ſi alza di ſito, e però gli ſi toglie della pendenza, e conſeguentemente della velocità; e tanto più ſe verſo il fine dell' alveo ſuperiore alla peſcaia ſi diſpone orizzontalmente(come vuole il Sig. Rondelli *pag.* 7 *lin.* 25) nel quale piano orizzontale gli ſi toglie il modo di più accellerarſi Secondo, perchè il reſto della linea, che dalla nuova ſteccaia ſi ſtenderà fino in Arno, riconoſcendo dalla creſta orizzontale di detta peſcaia la ſua nuova origine, obbligherà a correre l' acqua con minore velocità, come procedente da minore altezza, di quando aveva la ſola origine ſuperiore nella ſteccaia di Ripabianca, e veniva affetta da tutto quel grado di velocità, che da quella maggior altezza ſi era acquiſtato. E queſto è un nuovo pregiudizio, che la peſcaia cagionerà a' beni di ſotto ad eſſa, de' quali non s' era ancora parlato ſin ora, e pure anch' eſſi dovranno infallibilmente col tempo riſentirſi della mutazione introdotta nell'alveo del fiume, per cui ſcorrendo l'acqua con aſſai minore velocità di prima, come cadente da un termine più baſſo, vi depoſiterà maggiormente, ed in conſeguenza verrà a rialzarlo con maggior proporzione, di quello faccia nello ſtato preſente.

LXVII. Ciò però vale in riguardo al tempo d'acque ordinarie, o di piene mediocri, nelle quali reſti dall' interpoſizione delle ſteccaie interrotto il corſo dell' acqua; ma in tempo di piene maſſime ſi riempie l' alveo ſotto, e ſopra le chiuſe tutto ad un pari, nè veruna d' eſſe può ſervire, o di termine alla parte ſuperiore del fiume, o di origine alle inferiori: ma vi ſcorre l' acqua come per un piano tutto continuato dalla più alta origine, che abbia il fiume; e da queſta ragione dipende la gran furia, e ſtraordinaria velocità, che allora moſtra l' acqua, per avere tutto quell' impeto acquiſtatoſi liberamente nello ſcendere da tutta l'altezza della prima origine del ſuo corſo, e non raffrenato dall' interpoſizione de' ſoſtegni attraverſativi, i quali già ſogliono in tempo di maſſime piene eſſere coperti, e ſuperati dal livello della gran copia d'acque, la quale ſopra vi ſcorre, onde non interrompono il moto, nè vietano loro il progreſſo continuato dell'accellerazione.

LXVIII. Nulla pertanto convince la rifleſſione dello ſcorciamento della linea, da cagionarſi per l' interpoſizione della nuova Peſcaia: nè biſogna laſciarſi abbagliare dalla ragione, con cui ſi ſtudia di colorire il ſuo penſiero il noſtro Idrometra *pag* 8. *lin.* 3., cioè che ora *l' acqua poſteriore deve ſpingere l' anteriore ſin dentro del fiume Arno*, ed allora doverà *ſpingerla ſolamente fino alla nuova peſcaia*: imperocchè l' acqua anteriore precedendo alla poſteriore colla medeſima, o piuttoſto con maggiore velocità, non è vero, che debba quella eſſere ſpinta avanti da queſta ad un termine più, o meno lonta-

lontano. Se una palla precedesse ad un altra colla stessa, o con maggiore velocità: crediamo noi, che questa farebbe mai alcuna impressione sopra di quella, che potesse spingerla, urtarla, percuoterla, come se ferma, o più lentamente mossa la ritrovasse? solamente l' acqua superiore preme l' inferiore, secondo la direzione de' gravi, con quell' eccesso di peso, che gli da la maggiore altezza [come pare, che confessi lo stesso Sig. Rondelli poco dopo, cioè *lin.* 18. dicendo: *egli è certo appresso di tutti li scrittori, che acqua non può movere altr' acqua, se non quando si trova superiore al proprio livello*] il che nel paragone di due acque contigue non può fare effetto sensibile, non essendovi tra di esse differenza assegnabile di livello più alto, o più basso; oltre di che ciò ancora vale solamente in riguardo dell' acqua, che stando ferma regge sopra di se il peso della superiore; e non quando attualmente già si muove al basso, e sfugge l' impeto dell' Acqua, che sopra gli si aggrava, la quale scende bensì con essa, e di buon passo gli tiene dietro, ma non la preme altrimenti, se questa arrestandosi non aspetta il colpo di chi l'investe.

LXIX. Ma quando pure l'acqua posteriore spingesse lateralmente per la direzione del fiume l'acqua, che già di tutta carriera, ed a briglie sciolte gli va avanti, come s'immagina il nostro Autore, non si richiederebbe già diverso grado d' impeto per mandarla ad un termine più lontano, che ad un più vicino: ma basterebbe il medesimo continuato per più lungo tempo; imperocchè quì non si tratta di un impeto impresso da una cagione, che di passaggio si applichi al mobile, e poscia l' abbandoni, come accade ne' proietti, ma si parla d'un impeto stabilmente conservato nell' acqua precedente dalla susseguente, che sempre gli sta a ridosso, accompagnandola, o fino alla nuova pescaia, o fino all' Arno; al che non vi abbisogna, di sua natura, una maggiore velocità, ma un più lungo, e durevole incalzamento

LXX. Onde piuttosto questa ragione prova il contrario di ciò, che pretende l' Idrometra, perchè se è vero, che si richiegga, e v' intervenga la spinta dell' acqua posteriore, per mandare l'anteriore in Arno, si averà più facilmente, e più efficacemente l' effetto, quando senza interrompimento alcuno segua l' acqua ad incalzare quella, che le precede. ed essere vicendevolmente incalzata da quella, che le vien dietro; che quando, per l' interposta pescaia, dove il fiume trova uno de' termini del suo corso, e vi fa la prima posata, l' acqua cessa di spingere, come prima faceva, la precedente, anzi da essa si disgiunge, lasciandola cadere dalla cresta della pescaia medesima, perchè da capo ricominci ad acquistarsi da se la velocità già ammorzata, ed attutita all'incontro di quell'ostacolo, che dalla nuova pescaia le viene opposto.

LXXI. Bizzarra è poi la maniera, con cui l'Autore pretende *lin* 12. che per determinare l' altezza, a cui si alzerà l' acqua sopra della pescaia nel tempo delle piene ordinarie, stante lo scorciamento della linea da lui supposto, *non si trovi regola più sicura, che la proporzione dello scorciamento della linea, fatto mediante la pescaia; che vale a dire, se scorrendo l' acqua dell' Era nelle sue massime piene ordinarie dal mulino di Ripabianca termine superiore, fino all' Arno termine inferiore, si fa un determinato alzamento; quanto sene farà, scorrendo la dett' acqua fino al sito della pescaia?* E quindi, dopo di avere determinato a suo modo l' altezza delle massime piene (la quale non confronta, come altrove si è detto, con ciò che costa in Processo, e che si deduce dagli stessi Testimoni da lui citati) in braccia 8. 13. 4 conclude *pag.* 9. *lin.* 22. che *trovandosi il luogo della nuova pescaia a due terzi di tut-*

di tutta quella distanza, che si conta dal mulino di Ripabianca fino allo sbocco dell' Era in Arno, sarà vero il dire, che fatta la pescaia, non sia per essere, che due terzi di quell' altezza, sulla quale sarà stata costituita la pescaia: che vale a dire, quando l' altezza della pescaia per esempio fosse di braccia 8, in tal caso l' alzamento del livello dell' acqua sopra della pescaia nelle massime piene ordinarie non sarà che di braccia 5. e un terzo.

LXXII. Ora qui mi occorre nuovamente di lamentarmi dell' Autore, che adoperi a tutto pasto la regola del tre, senza prima assicurarsi, che i termini, a' quali egli vuole adattarla, sieno proporzionali: il che è un' abuso, di cui non averei stimato giammai capace il Sig. Rondelli, se non lo vedessi cogli occhi propri inciampare, e in questo luogo, e nell' altro apportato di sopra *num.* 22, e già confutato *ne'* 6. *num. susseguenti*, e forse altrove, in un errore così grossolano, che da qualsivoglia mediocremente pratico d' Arimmetica può essere facilmente riconosciuto: avendo espressamente avvisato il Vallisio *nel cap.* 37 *della sua opera Arimmetica*, doversi accuratamente osservare, di non prendere abbaglio nell' adoperare questa regola, stimando proporzionali que' termini, che non lo sono: *Verum hic cavendum est*, dic' egli, *ne quando frandi sit, indeque error suboriatur, quod ea tamquam proportionalia habeantur, quæ proportionalia non sunt*. Il che appunto esemplifica nella nostra materia del moto dell' acque, più soggetta dell' altre a simiglianti equivoci.

LXXIII. Dovea però dimostrare il Sig. Rondelli, che l' altezze dell' acque sieno proporzionali alle lunghezze de' condotti, pe' quali scorrono, prima di fare il calcolo, che avendo il fiume la steccaia, che gli si attraversa, a due terzi di strada, debba sopra di essa alzarsi due terzi solamente di tutta quell' altezza, a cui prima, senza interposizione di quell' ostacolo, arrivava. Quando egli averà dimostrato la suddetta proporzionalità da lui, senza fondamento, o verisimiglianza alcuna, tacitamente supposta, allora dirò, che conchiuda bene il suo intento. Ma come ciò può mai dimostrarsi? la sperienza ci fa vedere nelle docce medesime, per le quali scola l' acqua piovana da' tetti, e ne' canali, che conducono l' acqua per gli orti, che le altezze de' fluidi non corrispondono altrimenti alle lunghezze degli acquedotti, ma direttamente dalla copia dell' acqua, e reciprocamente dalla velocità riconoscono la loro proporzione in pari larghezza, senza che v' abbia che fare punto nè poco la maggiore, o minor lunghezza d' essi canali: e non serve nulla lo scorciamento di essi, per fare che la medesima copia d' acqua vi corra con più libera velocità, e vi alzi meno di prima.

LXXIV. In fatti, se camminasse a dovere il discorso del Signor Rondelli, bisognerebbe, che accostando più, e più la nuova steccaia al mulino di Ripabianca, si dovesse l' acqua sempre meno alzare nelle massime piene: sicchè in vece delle 8. braccia da lui supposte nello stato presente, e delle braccia 5. $\frac{1}{3}$ che si lusinga doversi l' acqua alzare fatta la steccaia, diverrebbe l' altezza di dette piene solamente di 5. soldi, e un quattrino, se si facesse la pescaia alla vigesima parte della presente lontananza da Ripabianca; e riuscirebbe di poco più d' un soldo solamente alla centesima parte di detta distanza; e così procedendo, si potrebbe diminuire in infinito; il che è assurdo manifestissimo.

LXXV. Ma non mi maraviglio, che il Signor Dottor Rondelli si sia abusato due volte in questa Scrittura, della regola del trè, applicandola fuor di luogo. Ancora nella sua *Trigonometria*, stampata in Bologna del 1705, si è

si è abusato parimente due volte della regola, che gli Aritmetici chiamano di falsa posizione doppia. Questo è *lib.* 1 *cap.* 5. *prop.* 9. *e* 10. ne' quali luoghi pretende d'insegnare a trovare la corda della terza parte, e della quinta parte d'un arco dato, colla regola di falsa posizione: quando è certo, che questa non si adatta, se non a sciorre i problemi più semplici del primo grado, e che ne meno può servire a trovare a un dipresso la radice quadra, o cuba di un dato numero; tanto è lungi dal potersi utilmente adoparare alla trisezione d'un arco, e d'un angolo dato, che è problema solido cioè di 3. dimensioni, e molto meno alla quintisezione del medesimo, che riesce di 5 dimensioni, e richiede l'opera di qualche linea più composta delle stesse sezioni coniche: nè troverà mai, che per risolvere l'equazioni appartenenti alla trisezione, o quintisezione dell'arco (le quali, posta la corda dell'arco intero eguale ad a, e di quella parte, che si cerca eguale a x: e preso il raggio del cerchio per l'unità, sono le seguenti: $3x - x^3 = a$ per la trisezione; $x^5 - 5x^3 + 5x = a$ nella quintisezione) possa bastare la falsa posizione doppia, che da lui si propone *alla proposizione 9. citat pag.* 31 in questi termini: *Per fare questa operazione* (cioè di trovare la corda della terza parte d'un arco dato) *non ho ritrovata strada più sicura di quella, che viene insegnata dall' Arimmetica, parlando della regola chiamata comunemente di falsa posizione doppia; mentre la detta regola, ancorchè conosciuta la sola corda d'un arco, può dare a divedere la grandezza di quella corda, che serve alla terza parte del dato arco, operando nella seguente maniera: in primo luogo si dovrà dividere la corda in tre parti eguali, come comporta la divisione del numero, lasciando da parte in questo caso il rigore geometrico. Secondo si prende una delle suddette parti, aggiungendole qualche cosa di più, essendo evidente, che l' aggregato delle 3. corde* (sottendenti le 3 parti eguali dell' arco dato) *è maggiore della sola corda* (che sottende tutto l' arco proposto) *Terzo adoperando quelle regole, che dall' Arimmetica vengono prescritte a quelli, che vogliono servirsi della regola di falsa posizione doppia, ne verrà la misura della corda ricercata.* E similmente dico lo stesso di ciò, che insegna *nella prop.* 10 *pag.* 33. per trovare la corda, che sottende la quinta parte dell' arco dato, dicendo: *Questa operazione parimente si dovrà fare, adoperando la regola della falsa posizione, colle forme di sopra prescritte, con questo solo divario, che nella presente proposizione la corda del dato arco si deve partire in cinque parti eguali, ricercandosi la corda non della terza, ma della quinta parte del dato arco.*

LXXVI Se un tal metodo sussistesse, non vi sarebbe problema, che colle regole della falsa posizione non si sciogliesse per via semplice, e piana: e ben mi figuro, che con simile progresso il nostro Autore non dubiti punto di poter trovare ancora la settima, l' undecima, la tredicesima, e qualsivoglia altra parte d' un arco dato, benchè ciò dipenda evidentemente da equazioni assai più composte, e di gradi tanto superiori, quanto è il numero, che denomina la parte ricercata. Ma è vano pensiero il lusingarsi di ciò: nè può venire in mente d'un Professore di Mattematica, il quale mediocremente sia instruito dell' arte sua, dovendo egli sapere, che la regola di falsa posizione ha i suoi limiti, e non può stendersi a qualsivoglia sorta di problemi, come avvertì Buteone, il quale, *nel fine del secondo libro della sua Logistica*, dopo di aver parlato di queste regole, conclude, non esser' elleno opportune ad ogni quesito, ma rimanervene ancora parecchj, i quali solamente col sussidio d' un altra regola (che è quella dell' Algebra; di cui appresso intraprende a discorrere) si possono sciorre: e quindi condanna la corruttela di quei Scrittori, che per

capric-

capriccio d'insegnar cose nuove, guastano le regole antiche, mentre vogliono adattare la pratica delle false posizioni a risolvere molti dubbi, che sono di più alta portata. Ecco le parole medesime dell' Autore suddetto: *Hæc sunt, quæ de positionum accidentibus cognitu necessaria fore putavi: quarum adminiculo Logisticus, quamvis multa solerter operetur in arte, excedunt tamen harum facultatem eximiæ subtilitatis adhuc non pauca, quibus alia, de qua mox sum dicturus, regula subsidio venit. Unde Scriptorum aliqui recentiores, præpostera novandi cupiditate, in positionum formulas traducere multa conantur: Hoc autem non est invenire nova, sed communi nunc corruptela, nimium contaminare vetera.*

LXXVII. Ma dove mi sono io lasciato trasportare dall'argomento? ritorniamo in carriera, ed esaminiamo ancora meglio quel passo del nostro Autore, che è *nella pag 9. lin. 21.* dove, quando si aspettava, che a tenore della proporzione da lui supposta nelle altezze dell' acqua, colle lunghezze de' canali, volesse almeno concludere, che fatta la pescaia a due terzi di strada, l' altezza delle piene si dovesse ridurre a due terzi di quell' altezza, che nello stato presente può convenirle ora maggiore, ora minore, secondo la copia dell'acque: egli conclude all' improvviso, che la detta altezza sia per essere in ogni piena la medesima, cioè *due terzi di quell' altezza, sulla quale sarà costituita la pescaia: che vale a dire, quando l'altezza della pescaia per esempio fusse di braccia 8. in tal caso l' alzamento del livello dell' acqua sopra della pescaia nelle massime piene ordinarie non sarà, che di braccia 5. e un terzo* Sicchè l' altezza della pescaia rimanendo sempre la medesima, anche l'altezza di qualunque piena sarà sempre l'istessa, cioè eguale a due terzi dell'altezza della pescaia; e da questa dovrà unicamente regolarsi, non dall'altezza, che di presente hanno le massime piene.

LXXVIII. Ma se è così, sarà dunque superfluo tutto ciò, che ha l' Autore raccapezzato da' testimonj indotti per l'una, e per l'altra parte a fissare l' altezza di esse piene; perchè bastava dire, che per essere la pescaia a due terzi di strada, dovea l' altezza dell' acqua arrivare sopra d' essa pescaia a due terzi dell' altezza, in cui fusse costituita, onde non stia più la lunghezza del canale presente alla lunghezza di quello, che terminerà alla nuova pescaia, come la presente altezza dell' acqua a quell' altezza, che acquisterà allora sopra la pescaia (il che da principio supponevasi dall' Autore, nel calcolo addotto *al num. 71. di sopra al primo suo testo*) ma bensì, come l'altezza della pescaia da costruirsi, all' altezza che stabilmente averà in ogni caso, ed in ogni tempo l'acqua corrente sopra della detta pescaia; il qual principio però non ha maggiore verisimiglianza dell' altro, anzi è più assurdo di quello: onde non può altrimenti sussistere, e non debbe in conto alcuno attendersi, nè la conclusione dell' altezze delle piene, quale si dovea dedurre dal primo supposto, *proporzionale all' altezza presente dell' acqua*, in ragione della lunghezza de' canali: nè quale l' ha dedotto il Sig. Rondelli, cambiando tacitamente quella sua prima supposizione in quest' altra dell' essere l' altezza di dette piene sempre *propozionale all' altezza della pescaia, che si pretende di alzare*, nella stessa ragione delle lunghezze de' canali.

LXXIX. E per verità, l' una e l' altra di dette conclusioni è manifestamente *contraria alla ragione, ed alla stessa sperienza*, non meno di quella opinione, di cui ciò dice l' Autore *lin 13.* e che cerca di attribuirci, per iscredito de' nostri sentimenti, quasi che abbiamo detto in verun luogo, *che il corpo dell' acqua, superiormente alla cresta della pescaia, si alzi tanto di più,*

quan-

quanta è l' altezza della detta pescaia; il che da nessuno de' nostri è stato asserito, come già ho detto *di sopra num.* 55. bensì abbiamo affermato, ed ancora constantemente l'affermiamo, non essendoci stato provato il contrario, che il nuovo fondo si alzerà sopra il vecchio altrettanto, quanto alzata sarà la pescaia; e conseguentemente, alla stessa misura dell'alzamento della pescaia si alzerà il livello dell' acqua, sopra il livello, che (in pari grado di piena) aver poteva il fiume nello stato presente, senza la detta pescaia. Il che è verissimo, nè può controvertersi dover ciò seguire: anzi piuttosto più, che meno, per la ritardata velocità dell' acqua nella diminuita pendenza. Onde non fa a proposito il dire *lin.* 34. *Che nelle piene di qualsisia fiume, sempre pochissimo è quell' alzamento dell' acqua, che si osserva sopra del ciglio delle pescaie:* perchè noi non abbiamo parlato dell' alzamento, che accade appunto sull' orlo, dove per non essere spalleggiata l'acqua dalla precedente, fa di mestieri, che per la stessa forza della sua fluidità, si avvalli, e faccia un margine parabolico, secondo la piegatura del quale discenda, fasciando, per così dire, e lambendo placidamente l' orlo della pescaia: eccetto però che in caso di massime piene, le quali, come si è detto *di sopra num.* 67. colla soprabbondanza dell' acque riempiono il fondo inferiore, ed obbligano il fiume a passare sopra l'orlo della pescaia con tutto quel corpo d' acqua, che porta seco di più, senza notabile interrompimento della sua corrente. Il che mi maraviglio, non essere stato avvertito dal Sig. Rondelli, il quale, oltre l'essere così celebre professore d' Idrometria Teorica, ha il vantaggio d' avere così vasta, e lunga pratica de' fiumi di Lombardia, di Romagna, e di Toscana; quando a noi, che per suo detto (*pag.* 9. *lin.* 38. *e pag.* 10. *lin* 17.) siamo *non punto pratici intorno alle operazioni de' fluidi*, è ciò notissimo, e per innumerabili sperienze manifeste del tutto indubitato.

LXXX. Ma io sarei troppo noioso, e prolisso, se volessi minutamente esaminare, e confutare tutte le cose addotte dal Sig. Rondelli, nelle quali io non posso, con esso lui concorrere nello stesso parere, qualunque impegno, o genio, o comando, o interesse mi obbligasse per avventura il suo partito a seguire (checchè egli mostri di sospettare in contrario, *pag.* 10. *lin.* 39. tacitamente sopra di ciò motteggiandomi) non dovendo alcuno in grazia altrui tradire la verità, e molto meno potendo ciò convenire a' professori di mattematica, avvezzi a non far conto, se non di ciò, che con sodi, ed evidenti discorsi può dimostrarsi; lasciando da banda le stiracchiature, e gli artifiziosi inorpellamenti, co' quali sogliono altri, a favore di quanto loro più aggrada, ritrovare argomenti plausibili, apparenti ragioni, ed autorità mendicate. Per tanto darò fine una volta a sì lunga disamina, confidando, che da quel poco, che è stato da me sopra la detta scrittura notato, potrà raccogliere agevolmente, chi che sia, qual capitale debba farsi delle dottrine in essa contenute: e quanto sussistenti, e ben fondate sieno le ragioni addotte dalla parte nostra, per giustificare l' intenzione dell' Illustriss. Sig. Marchese R. in questa importantissima causa, mentre a motivi cotanto fievoli conviene si attacchi la parte contraria, per tentare di eluderne in qualche maniera la forza, ed oscurarne, per quanto le sia possibile, la manifesta evidenza.

INFORMAZIONE
DEL
P. ABATE GRANDI

Agl' Illustriss. Signori Commissarj, ed Uffiziali dell' Uffizio de' Fossi della Città di Pisa.

Circa una nuova terminazione proposta dell' Era.

I. N esecuzione degli ordini sempre da me riveriti delle Signorie loro Illustrissime comunicatimi dal Signor Cancelliere Bardi a tenore del Decreto emanato fin sotto il dì 11. Luglio presente dell'anno 1715. da cotesto Illustrissimo Magistrato de' Fossi di Pisa, avendo fatta riflessione alla pianta, e Relazione del Signor P. per lo preteso regolamento da stabilirsi al corso del fiume Era, ad oggetto di determinare il sito, dentro di cui possano gl' interessati dall' una, e dall' altra parte fare quei ripari, che stimeranno più opprtuni per difesa de' proprj beni: e vedute ancora l' eccezioni opposte per parte del Sig. Marchese R. e le risposte date ad esse a nome del Signor Marchese N. principali collitiganti sopra di questo punto; e sentite ancora in voce le ragioni, che per mia maggiore informazione, a difesa dell' intenzioni loro, si sono compiaciute ambe le Parti di farmi rappresentare: esporrò con tutta libertà, e candidezza alle Signorie loro Illustrissime il mio parere nelle seguenti considerazioni.

II E' certo, che nulla si debbe innovare nel corso naturale de' fiumi, se non quando alcuna gravissima necessità a ciò ci costringa, o qualche notabile utilità pubblica ce lo persuada, o almeno l' uniforme consentimento de i confinanti, per loro privato giovamento, da chi ne ha legittima auto-

 rità

rità il richiegga, rimosso ogni pericolo pel pubblico danno. Il che è tanto vero, che nel Senato Romano essendosi proposta la diversione di più fiumi dal Tevere, benchè l'urgenza, e l'importanza di rimediare alle troppo frequenti inondazioni della Città capitale del Mondo, pareva che giustificasse abbastanza il progetto, datosi orecchio al ricorso di varie Provincie, tributarie allora di Roma, ed interessate nella grand'opera, prevalse a tutti il parere di Pisone *qui nil mutandum censuerat*, come dice Tacito *nel lib. 1. de' suoi Annali*, essendosi considerato, tra gli altri motivi, che la natura aveva assai meglio dell'arte saputo provvedere a' nostri bisogni, nell'assegnare a' fiumi quell'origine, quel corso, que' confini, que' termini, ch' erano più opportuni: *Optimè rebus mortalium consuluisse naturam, quæ sua ora fluminibus, suos cursus, atque originem, ita fines dederit*. Nel qual luogo così comenta il Davanzati. *Come le vene per li corpi degli animali, e per le foglie delle piante: così per la terra i fiumi si spargono con volte, e storte, secondo il bisogno ben conosciuto dalla natura vera capomaestra, e ingegnera: ne possono ritoccarsi senza violenza, errore, danno, e gravezza de' popoli, e bottega de' ministri*. Quindi è, che nella legge *Ait Prætor* ne' Digesti al titolo *ne quid in flumine publico fiat, quo aliter aqua fluat, atque uti priore æstate fluxit*, espressamente si vieta l'innovare cosa alcuna ne' fiumi pubblici, o nelle ripe loro, e distornarli altrove, in maniera che scorrano quindi in poi diversamente dal solito, secondo l'ultimo stato dell'antecedente estiva stagione; e si comanda di rimettere il tutto nel primiero sistema, quando da chicchesia tentata fusse una simile novità *Ait Prætor: in flumine publico, inve ripa ejus facere, aut in id flumen, ripamve ejus immittere, quo aliter aqua fluat, quàm priore æstate fluxit, veto. Deinde ait Prætor: quod in flumine publico, ripave ejus factum, sive quod in flumen, ripamve ejus immissum habes, si ob id aliter aqua fluit, atque uti priore æstate fluxit, restituas*. Alle quali disposizioni giuridiche, non corrette, o moderate da veruna delle nostre leggi municipali, e che debbono servire non solamente di freno al capriccio de' privati; ma altresì di norma, e direzione a' Magistrati, ed a' Principi stessi nel concedere ciò, che loro viene richiesto da' sudditi, non veggo che assegnare si possa altra eccezione, se non la necessità, ovvero l'utilità pubblica, certamente da preferirsi al rigore di qualsivoglia legge, o al più secondo Ulpiano ancora la privata utilità, per difesa de' beni di un particolare, purchè sia congiunta coll'indennità de' vicini, e sia senza incomodo, o pregiudizio de' confinanti: *neque enim ripæ cum incommodo accolentium muniendæ sunt*, come si ha nella suddetta legge al § *Sunt qui putent*, e come nel seguente §. *Sed & alia utilitas* si soggiunge: *Oportet enim in hujusmodi rebus utilitatem, & tutelam facientis spectari, sine iniuria utique accolarum*.

III. Ciò premesso, che può servire d'incontrastabile fondamento a decidere infiniti casi: per giustamente determinare, se debba permettersi la proposta terminazione nel fiume Era, la quale manifestamente ne altera in gran parte il suo corso, conviene esaminare, se alcuna necessità, o pubblica utilità si possa addurre, la quale ci obblighi ad approvare il proposto partito, o almeno se la privata utilità di chi lo propone sia depurata da qualsivoglia pregiudizio altrui, o corredata dal consentimento uniforme de' confinanti, come essere dovrebbe, per richiedere, ed ottenere dalla rettissima giustizia di cotesto Illustrissimo Magistrato, custode zelantissimo delle Leggi, l'esecuzione di tal proggetto. Io per me non trovo, che si verifichi nel caso nostro veruna dell'addotte circostanze, e piuttosto ho motivo di temere moltissimi inconvenienti, che dalla proposta terminazione seguir potreb-

trebbero in pregiudizio del pubblico, e del privato.

IV. Imperocchè non sussiste il motivo accennato dal Sig. Marchese N. nelle risposte date all'eccezioni fatte dal Sig Marchese R. al § *Nè cammina*, cioè di pretendere con ciò che si rimetta il fiume nel suo vero letto, che si asserisce *stato occupato da i possessori de' beni adiacenti*, riponendolo *ove doveva essere*, e dove si crede, *aver esso più naturale il suo corso*. Non sussiste, dico, in veruna maniera. Primo perchè qual fosse il vero letto del fiume due milla anni fa, o solamente cinque secoli addietro, nessuno può risaperlo: nè vi ha chi possa ragionevolmente pretendere, che il disegno delineato per la nuova terminazione, senza verun' antico documento, il quale servisse di scorta all'Architetto, che se l'ha ideato, confronti appunto coll' alveo anticamente posseduto dall' Era ne i tempi de' nostri arcibisavoli, non che ne i più rimoti dalla nostra memoria. Secondo, perchè piuttosto vi ha presunzione di credere, che il letto presente sia lo stesso, in cui *ab immemorabili* ha stabilito l'Era il suo corso, non essendovi alcun fondamento in contrario; e tocca a chi asserisce una tal mutazione il provarla concludentemente. Terzo, perchè appunto nella parte più importante si confessa da un Perito del Sig. Marchese N. che il fiume andava negli antichissimi tempi, e sempre è andato dove va ora, e non dove si propone ora di derivarlo nel presente disegno. Veggasi la Scrittura del Sig. Dottor Rondelli prodotta nella causa del mulino, ove parlando del sito, in cui erano le vestigia del preteso mulino rovinato al confine di Camugliano, e Ponsacco, dice *pag.* 1. *lin.* 16. del detto sito, *che apertamente si vede, sempre in ogni tempo essere stato letto naturale del fiume Era*; e pure nel moderno disegno del Signor P. sono tirate le linee di terminazione in maniera, che tutte le reliquie di quell' edifizio posto ivi alla lettera A, rimangono fuori del letto del fiume: il che pare fatto a bella posta, acciocchè i ripari esistenti nell' alveo presente dalla parte del Signor Marchese N, ed impugnati *ex adverso* avanti il Tribunale delle Signorie loro Illustrissime dal Signor Marchese R. possessore dell' opposta ripa, come a' beni suoi di pregiudizio, sembrino posti fuori de' confini, che ora si pretende di prescrivere all' Era, e però non si debba più insistere per la loro demolizione. Quarto, perchè quando ancora si provasse, che il fiume anticamente avesse diverso corso, non perciò si potrebbe dire occupato da' possessori de' beni adiacenti al suo vero letto; non dovendosi supporre, che artifiziosamente sia stato fatto l' acquisto loro per via di puntoni, e penelli, o altr' opere manufatte: ma bensì naturalmente per via d' alluvione, che è un giusto titolo d' acquistarsi il dominio, essendo che a tenore della *l. ergo ff. de acquir. rerum dominio § Alluvio agrum restituit*, i fiumi la fanno da *Arbitri* con ridurre all' uso privato ciò ch' era di ragione pubblica, e trasferire ad uso pubblico quello ch' era di ragione privata. *Flumina censitorum vice funguntur, ut ex privato in publicum addicant, & ex publico in privatum*, e come dice il Re Teodorico appresso a Cassiodoro *nel lib* 3. *ep.* 52. il corso d' un vastissimo fiume a chi toglie campi, a chi dona poderi: *aliis spatia tollit, aliis rura concedit*; onde ancora Lucano elegantemente cantò *nel lib.* 6. *della Farsaglia*

Illos terra fugit dominos, his rura colonis
Accedunt, donante Pado.

E finalmente in quinto luogo, perchè la legge considera l'ultimo, e prossimo stato del fiume nell' anno antecedente, come si è veduto ne' testi sopra citati, nè cerca di restituire quel corso a' torrenti, che per avventura

ebbero ne' tempi lontanissimi dalla nostra ricordanza.

V. Nè meno si verifica la maggiore facilità dello scarico dell' acque, la quale nel rispondere all'eccezioni quinta, e settima si lusinga il Sig. Marchese N di potere ottenere colla nuova terminazione dell' Era: perchè a tal fine sarebbe piuttosto necessario il raddirizzare le sponde del fiume, tirandole a dirittura dal concorso del Roglio, e dell' Era al luogo dell' asserto mulino nel confine di Camugliano: che così liberata l' acqua da tante svolte, incontrerebbe minor resistenza, e nell' abbreviamento del viaggio fra gli stessi termini, acquisterebbe maggior pendio, e conseguentemente maggiore velocità, la quale sola nel caso nostro può facilitare l'esito dell' acqua, e nulla vi può contribuire l'uniforme larghezza di sessanta braccia che si desidera prescrivere a tutto il canale, ritenendolo più che mai tortuoso, e serpeggiante. Che se non è da tentarsi il predetto raddirizzamento, per lo notabile pregiudizio, che ciò apporterebbe alla fattoria del medesimo Signor Marchese N. il quale non vorrà certamente, che se ne parli, qualunque fosse l'utilità pubblica, che quindi ne derivasse: cerchi pure sua Signoria Illustrissima altri mezzi più opportuni, per segnalare il suo zelo del pubblico bene, perchè niun benefizio comune può certamente compromettere col nuovo regolamento proposto, il quale trasporta bensì il fiume da un luogo ad un altro, ma non corregge i suoi serpeggiamenti, anzi li va secondando con tante svolte peggiori assai delle prime

VI. Dissi *peggiori*, per essere fatte ad angoli rettilinei, in vece delle curvature, per cui più dolcemente ora si va il fiume appoco appoco piegando nell' alveo presente, al quale da tanto tempo in quà si è accomodato, equilibrando in esso la sua forza colle resistenze dall' una, e l'altra parte incontrate già nelle sponde; che se a favore dell' intenzione di esso Sig. Marchese N. viene asserito, sul fine della risposta all' eccezione settima, che giovi più al libero movimento dell' acque l'avere il letto disposto in angoli rettilinei, che curvilinei, io confesso d'essere altrettanto curioso di sapere chi sia l' Autore di tal proposizione, da me stimata falsa in Teorica, ed insussistente nella Pratica, quanto sono prontissimo a provare io il contrario con evidenti dimostrazioni da me già esposte nella pubblica Pisana Accademia, con far vedere, che nel piegarsi il corso d' un fiume a varj angoli rettilinei, molto va scapitando della sua velocità, e notabilmente si ritarda: ma voltandosi nelle sinuosità di qualche curva, niun grado della propria velocità gli viene scemato; e ciò per l' insensibile grandezza dell' angolo del contatto, che è infinitamente minore di qualunque angolo rettilineo, e però in vigore di esso la direzione della curva in ciascun punto non è sensibilmente differente da quella del punto, che appresso ne succede: il che fu espressamente insegnato fin dall' anno 1640. dal gran Galileo *nella sua Relazione del fiume Bisenzio*, indi nel 1704. dal Signor Varignonio *nelle memorie dell' Accademia Reale di Parigi*, e da me ancora *nelle note al Trattato del Moto del Galileo nella prop. 8. specialmente al num.* 28. Onde veggiamo la natura stessa, nell' incamminare i fiumi per varie strade flessuose al loro termine, sempre indirizzarli piuttosto per via curvilinea, quando non possa per una del tutto retta, che per una interrotta da varj angoli rettilinei: anzi dare la forza per iscantonare le prominenze degli angoli, che risaltano in fuori, e propensione a deporre ne' seni delle cavità degli angoli opposti le torbidezze loro, riducendo le ripe, dove hanno le svolte, ad una curvatura manifestissima, dentro di cui più soavemente si va piegando l'acqua, accomodandosi a quelle infinite direzioni, che succedono l' una all'

altra

altra con un continuo, ma però sempre insensibile cambiamento; onde ben potiamo accertarci, che ancora nel caso nostro non si manterrebbe il fiume Era soggetto alla proposta terminazione, ma la farebbe in pochissimo tempo degenerare di rettilinea in curvilinea secondo il suo solito, rintuzzando il convesso, e riempiendo il concavo di ciascun angolo: quando per altro non gli sortisse di farvi più notabili mutazioni, e di maggior pregiudizio a' terreni contigui, come poscia vederemo potersi con tutta ragione temere.

VII. Maggiore apparenza averebbe, per giustificare il regolamento proposto, l'intenzione accennata nelle Risposte all'eccezioni seconda, e sesta, cioè d'impedire con ciò, *che non si dilati maggiormente il fiume, e non faccia maggior letto di quello è suo proprio, ed evitare le grandissime corrosioni, che seguono, lasciando scorrere l'acqua liberamente*, persuadendosi, che queste debbano cessare, ogni qualvolta si mantenga l'Era nell'uniforme larghezza di braccia 60. assegnatale nel proposto disegno. Ma io dimando, come si pretenda di ottenere così laudevole, e plausibile intento? Evvi forse tra noi chi si vanti di avere quella sovrana autorità, che può farsi ubbidire ancora a' fiumi, intimando loro il sequestro tra i confini a capriccio ideati dall'altrui fantasia? e chi sarà quello, che oserà precettare l'Era, intuonandogli altamente con voce imperiosa (come già fece il Divino Architetto all'Oceano, appresso *Giobbe c. 38. v 11.*)

Sin qui verrai, non trapassar più avanti,
Qui frena, e rompi l'onde tue spumanti.

Usque huc venies, & non procedes amplius, & hic confringes tumentes fluctus tuos! forse i ripari, che dall'una, e dall'altra parte si porranno allora in distanza di 4. braccia dalle linee terminanti, *di qualunque materia, di qualsisia forma, e per qualunque verso, e situazione ec* come propone il Signor P. nella sua relazione, basteranno a contenere il fiume tra i confini disegnati? E chi ci da mallevadore, che in tempo di piene voglia l'Era avere tanto rispetto per si fatti lavori, che allo incontro di essi ponga freno al proprio impero, e non piuttosto si prevalga delle sue forze in abbatterli, o che dalla resistenza de' medesimi non venga obbligata a torcere altrove il suo corso, ben lungi dalle linee prescritte, con gravissimo pregiudizio delle campagne? A voler fermare l'andamento dell'Era lungo le linee disegnate, ci vuol' altro, che piantare alquanti pali ne' punti degli angoli, e con poche zappate fare la traccia all'acqua per quelle direzioni, nelle quali si pretende di trattenerla, rimettendo poi alla discrizione de i confinanti il fare que' lavori, che più loro aggradano, e per qualsivoglia verso loro piaccia, secondo che a' medesimi persuaderà il proprio interesse. Egli sarebbe di mestieri alzare continuamente, sopra tutto il tratto di quella terminazione, da entrambe le parti, argini potentissimi, di materia così soda, e ben compatta, che non cedesse alle scosse delle maggiori piene, ed agli urti, e battute cagionate da tante svolte; ed oltre a ciò sarebbe d'uopo dare agli argini medesimi tale altezza, che compensasse l'angustia delle sole sessanta braccia assegnate in larghezza al nuovo canale per potervi contenere quella copia d'acque, che dall'abbondanza delle piogge, e dal disfacimento delle nevi può essergli somministrata: non essendo noi sicuri, che potesse allora il fiume in tutto profondarsi da se medesimo l'alveo più di prima, non essendo verisimile, che ritrovasse minor resistenza nel fondo, che nelle ripe, onde esercitasse l'impeto suo piuttosto verso di quello, scavandolo, che verso di queste, facendole franare, ed in caso che non cedesse-

ro, sormentandole; e per altro non dovendoci noi curare, che segua un tale effetto, perchè votandosi il canale dell'Era, non si riempisse, ed alzasse, di più di quel che sia presentemente, il letto d' Arno, scaricandovi tutta quella materia, che quindi scavasse; ma una simile impresa di alzare i suddetti argini tanto alti, e così massicci, che contenessero le piene dell' Era, e resistessero alla loro forza, non è da tentarsi; primieramente per mancamento della materia atta a tal lavoro, essendovi all'intorno, solamente terreno sciolto, ghiaioso, e reniccio, che non fa presa; in secondo luogo per difetto degli assegnamenti opportuni, giacchè non è credibile, che gl' interessati soffrissero giammai di concorrere ad una spesa tanto esorbitante, senza necessità, e senza sperienza d' alcun profitto, nè è giusto che siano a ciò forzati dalla pubblica autorità.

VIII. La terminazione adunque, che si desidera di fermare secondo il proposto disegno, non è necessaria, nè utile al pubblico, ed oltre a ciò nè meno è riuscibile in pratica, senza grandissimo incommodo, anzi pericolo de' confinanti; onde, quando ancora per l'utile privato, che si stima ne ridondasse al Sig. Marchese N. fusse da attendersi la sua instanza, tuttavolta l'opposizione molto ragionevole degli altri interessati, fa che manchi una delle principali circostanze, che si richiederebbero, per giustificare pienamente la sua intenzione. Per altro non mancano già modi per provvedere all'indennità del medesimo Sig. Marchese, e difendere le sue ripe, con lavori fatti a seconda del fiume, senza che pregiudichino a' possessori de' beni adiacenti all'opposta ripa: e quando seguano corrosioni in suo pregiudizio, è sempre aperta la strada per ricorrere, secondo il bisogno, a questo Illustrissimo Magistrato, che ordinerà quanto occorre, senza che s' intraprenda un'opera soggetta a tante difficoltà, e contrasti, dispendiosa, superflua, e pericolosa, quale si è la proposta terminazione, dopo la quale si pretende, che rimanga libera facoltà a' particolari, di fare, disfare, come a loro piace, nella distanza di 4 braccia dalle linee ivi disegnate, qualunque sorta di lavoro, alto, o basso, diretto, ovvero obliquo, il che nelle circostanze del fiume, di cui si tratta, potrebbe partorire varj disordini, a cagione de' quali non parrebbe espediente, che il Magistrato si spogliasse dell'autorità, che gli compete, di sopraintendere alle operazioni concernenti il fiume Era, dandone così generalmente la permissione a' particolari.

IX. Ma quando pure l'utilità pubblica, o privata, o ancora il motivo assai laudevole, che può credersi avere il Marchese N. d' evitare i frequenti litigi, con determinare una volta per sempre, sin dove far si possano i lavori opportuni, per difesa de' proprj beni, ci persuadessero di condescendere al suo buon genio, permettendo che sia fissa la determinazione dell' alveo del fiume in quel tratto, in cui egli la desidera, cioè fra il concorso del Roglio, ed il confine di Camugliano, e Ponsacco: io non so vedere, perchè non potesse contentarsi sua Signoria Illustrissima della terminazione, che è bell'e fatta secondo lo stato presente, la quale al pari di qualsivoglia altra dell' infinite, che si potrebbero proporre, può benissimo servire all'intento, senza innovare cosa alcuna, facendone stendere un' esatta, e fedele descrizione, e poi contenendosi co' lavori, ch' egli pensa di voler fare, dentro le medesime ripe, in distanza delle proposte 4 braccia da' margini dell'alveo in oggi posseduto dall'Era, senza alterarne in maniera alcuna il solito corso, e solamente col dilatarne la larghezza, dove apparisce, troppo ristretta, sicchè in nessun luogo fosse minore delle 60. braccia

cia prefiſſe dal Sig. P. o di quella più adattata miſura, che fuſſe giudicata opportuna, eſaminando meglio lo ſtato del fiume. Queſta terminazione, ſiccome più naturale, così ſarebbe più durevole, e più facile a mantenerſi, e meno ſoggetta a' diſordini temuti nell'altre, che arbitrariamente ſi potrebbero proporre, e di maggior ſoddisfazione delle parti, cui non potrà riuſcire di maggior pregiudizio, o diſpendio, di quello che in oggi ne riſentano. Ed è pure verità per ſe ſteſſa aſſai manifeſta, che non potendo raddirizzarſi il corſo del fiume, conviene laſciarlo nell' antico ſuo letto, in cui da tempo immemorabile ſi è ſtabilito, e di cui è in poſſeſſo del tutto pacifico: perchè volendo mutarlo, e non per dirittura, ma per ſerpeggiante via, non vi è maggior ragione di ſciegliere quella, che viene propoſta dall' Ingegnere P. piuttoſto che alcun altra delle tante, che a capriccio delle Parti ſi potrebbero ideare, ſecondo i vari loro intereſſi: e però niuna di eſſe può ragionevolmente preferirſi all'altre: ma conviene unicamente determinarſi o alla retta, o alla curva, che ha di preſente, le quali due ſole ſtrade ſono in ſe ſteſſe determinate, per eſſer quella la minima che poſſa ſtenderſi da un termine all'altro, e queſta l' unica preſcielta dalla natura, a cui, tra varie reſiſtenze incontrate nel viaggio, ſi è finalmente accomodato eſſo fiume, ed a cui niuno de' confinanti può avere preteſto da opporſi in modo veruno.

X. Io dubito però di molto, ſe la propoſta larghezza di braccia 60 poſſa eſſere baſtante, fuori che in tempo di acqua baſſa; che però ho detto di ſopra, che volendoſi fermare la terminazione dell'Era nel letto, che ha preſentemente, converrebbe ridurlo ne' luoghi più ſtretti alla prefiſſa larghezza, o a quella di più, che fuſſe giudicata neceſſaria, eſaminando meglio lo ſtato del fiume; eſſendo manifeſto, che in tempo di piene ancora mediocri ſi ſtende l'Era a coprire i renai contigui al ſuo letto ordinario, e ſi ſparge per gli albereti, acquiſtando larghezza talvolta maggiore di 100. braccia: che ſe in alcun luogo ſi mantiene in minore larghezza delle 12. pertiche, ciò avviene, perchè ivi le ripe ſaranno di maggiore altezza, che compenſi l'anguſtia della ſezione, e di più ſaranno fiancheggiate da qualche maſſo, o ſodo pancone, il quale ſoſtenendo l'impeto dell'acqua l'obbligherà a ſcorrere con maggiore velocità ſecondo la direzione del ſuo letto, ſenza potere eſercitare il ſuo sforzo lateralmente in abbattere le ſponde, per dilatarſi l'alveo a dovere. Onde non ſuſſiſte ciò, che nella riſpoſta alla quarta eccezione al § *Che poi la larghezza ec.* viene accennato dalla Parte avverſa: perchè, dove il canale dell'Era è di fatto più ſtretto, averà neceſſariamente la diſpoſizione ſopra deſcritta di ſufficiente altezza, e profondità in mezzo a ſponde ben ſode, e reſiſtenti; ovvero ſarà ſolamente anguſto il ricettacolo dell'acque baſſe: ma l' acqua alta, che è quella, che fa il rumore, e di cui biſogna temere, averà campo ſufficiente per dilatarſi nelle ſpiagge contigue al corſo del fiume.

XI. Molto meno poi baſta a giuſtificare la prefiſſa larghezza l' oſſervazione delle luci del ponte, ſotto di cui paſſa l' Era vicino al ſuo sbocco in Arno, le quali hanno larghezza minore delle ſuddette braccia 60. prima perchè eſſendo quel ponte in un luogo più baſſo, dove il fiume ſi è acquiſtata maggiore velocità, ivi ha biſogno di minore ſezione, ſecondo la dottrina del P. Abate Caſtelli *al corol.* 14. la quale velocità gli ſi accreſce ancora, perchè all'oſtacolo, che ivi incontra l'acqua nella pigna di mezzo, e nelle fiancate, rigonfiando alquanto, ſi rialza di ſuperficie, e quindi ſcorre per un piano più declive ſotto gli archi d'eſſo ponte, col maggior impeto

peto acquiſtato nell'accreſcimento di quel pendio, come oſſervò il Mariotte *part. 2. diſc. 3. alla regola 5. del movimento dell' acque*. Secondo perchè l'altezza ſotto il ponte compenſa l'anguſtia della larghezza, laddove nel noſtro caſo non potrebbe averſi tale altezza, maſſimamente dalla banda del Sig. Marcheſe R ſe non rialzando le ſponde a modo d'argini con grandiſſimo diſpendio, e poca ſperanza di ſuſſiſtenza: nè vi è ſperanza che il fiume da ſe ſteſſo ſi profondi, eſſendo più facile all'acqua il rodere le ripe, e dilatarſi, che lo ſcavare un fondo gretoſo, laſtricato di ghiaia, da gran tempo ammaſſatavi. Terzo perchè, ſe il ponte non foſſe con fianchi ſaldiſſimi, e pile robuſte ben aſſicurato, certamente l'acqua non ſi conterrebbe di quella anguſtia, ma facendo sforzo per dilatarſi lo ſpianterebbe, come a tant'altri poco bene rincalzati è avvenuto; onde ſe tale ſtrettezza d'alveo s'aſſegnerà al fiume dentro ripe di ſemplice terra reniccia, per lo più meſcolata di ghiaie del tutto ſciolte, eſſo da ſe medeſimo ſi farà largo, non eſſendo le ſponde ſufficienti a ſoſtenere lo sforzo ſuddetto, che fa l'acqua per dilatarſi a miſura del proprio corpo. Quarto finalmente, ſebbene l'acqua ordinaria paſſa ſotto i due archi di mezzo di detto ponte, che ſono di 24. braccia di luce per ciaſcheduno, e però in tutto ſono braccia 48. vi ſono però altri due archi laterali, mezzi chiuſi dalla ripienezza del letto, per i quali, eſſendo il fiume in colmo, paſſa molta quantità d'acqua, onde tutta la larghezza rieſce maggiore delle 60 braccia.

XII. In propoſito del fiume in colmo, mi viene ſuggerito, che nella ultima gran piena del proſſimo Settembre paſſato, crebbe l'acqua fino all'altezza di 14. braccia in circa; con tutto che ſi ſtendeſſe, avanti il concorſo del Roglio, dove in larghezza di 40., dove di 50. e per fino a 60. e più pertiche; immaginandoci dunque, che tutta queſta gran mole d'acqua, dopo il concorſo dell'altro fiume influente, cioè del Roglio, reſa viepiù abbondante, ſi voglia ora coſtringere a paſſare per un canale di terra poſticcia, largo da per tutto per ſole dodici pertiche, la quale capacità corriſponderebbe giuſto alla quinta parte ſolamente di tutta la piena, ognuno ben giunge a capire quanto ſia l'impreſa azardoſa, per non dire impoſſibibe, o almeno quanto ſia difficile a concepirſi, che ciò ſeguir poſſa, ſenza funeſti trabocchi, o rigurgiti, e chi ſi ſia rimarrà ben perſuaſo delle immenſe rovine, che ſeguir potrebbero, nell'urtare dell'acqua, impaziente di così ſtretti legami, in quelle ſponde, ed in que' ripari, che per qualſivoglia verſo ſi pretende di potervi diſporre fuori delle linee della propoſta terminazione: dovendo ſenza dubbio, ſormontate le ripe aſſegnate, giugnere l'acqua ad inveſtire i predetti lavori, come bene ha preveduto la Parte contraria; altrimenti ſe confidaſſe, che l'alveo preſcritto doveſſe in ogni ſtato contenere l'acqua, ſuperflui ſarebbero i ripari propoſti fuori delle linee terminanti. E chi può prevedere le orribili conſeguenze, che ne potrebbero ſuccedere? rotti i ripari, e corroſe le ſponde poſticce, potrebbe ancora la maggior forza del fiume volgere altrove il ſuo corſo, e farſi un nuovo alveo, dove trovaſſe maggior declive, abbandonando l'antico già ripieno di ghiaia, ed eccoci alla neceſſità d'un'altra nuova terminazione, e di altri diſpendioſi lavori, per chiudere le rotte, e liberare le campagne nuovamente ſottomeſſe dal fiume.

XIII. Ma veniamo a conſiderare la perdita, e gli acquiſti di terreno, che riſulterebbero dall'effettuare queſto diſegno; ſe poteſſe ridurſi in pratica, ed avere qualche ſuſſiſtenza. Si rifletta, che ſiccome nell'acquiſto entrerebbero delle parti del letto del fiume preſentemente ghiaioſe, e del

tutto

tutto sterili, e bisognose di rialzamento per divenire fruttifere: così nella perdita è dovere che si tenga conto ancora de' renai, i quali ora sono incapaci di coltura, ma col tempo si potrebbero appoco appoco dalle piene rialzare, e bonificare. Ciò posto, dico che lo stesso Signor Marchese N. verrebbe a perdere a un dipresso altrettanto spazio, quanto è quello, che acquisterebbe; anzi piuttosto alquanto maggiore sarebbe la perdita dell' acquisto; onde per questo capo non avrebbe egli occasione d' insistere per la terminazione, e non dovrebbe curarsi, che andasse avanti questo progetto. Ma quanto al Sig. Marchese R. ho fatto conto sopra la pianta prodotta in atti, che la sua perdita sarebbe più che il doppio dell' acquisto; e però non veggo, come possa sperarsi, che sua Signoria Illustrissima s' induca ad acconsentire all' esecuzione del proposto disegno. Degli altri confinanti nulla dico, per non essere ben distinti nella pianta suddetta i termini de' loro terreni: ma ognuno penserà a rilevare il proprio danno, calcolando quanto gli si toglie, e quanto gli si accresce, ed esaminando, se l' acquisto di una parte greto sa di letto di fiume, compensi quel terreno lavorativo, e culto, che verrà intersecato dal nuovo letto disegnato nel presente progetto.

XIV. Oltre di che, si ha gran ragione di temere, come si è accennato già di sopra, che trasportando il fiume in quel sito, in cui non si ha da se naturalmente accomodato il suo letto, non debba quivi pacificamente fermarsi, senza trascorrere dove troverà maggiore cedenza, oltre i confini prescrittigli, con pregiudizio non solamente de' beni del Signor Marchese R. e degli altri confinanti, ma ancora delli stessi del Signor Marchese N. tanto più, che volendo reggere con forti lavori le ripe su l' andamento della terminazione prescritta, le riflessioni, che farà l' acqua in quegli angoli, potranno deviarla, ribattendola a danni dell' opposta ripa. Per esempio nel primo angolo disegnato dalla banda della ripa bassa del Sig. Marchese N. sopra il canneto del Picchj, potrà l' acqua, che dal concorso d' ambedue i fiumi Roglio, ed Era viene con impeto urtata nel secondo lato di detto angolo indi riperquotersi contro la ripa alta del Sig. Marchese R. e franarla, finattanto che non trovi tale resistenza, che l' obblighi a ritorcere il corso indietro, e dare di petto in qualche altro luogo; e se non seguisse ivi cotal riflessione, è moralmente impossibile, che in alcuno degli altri sette angoli concavi rimanenti nel disegno, ciò non seguisse, e non turbasse tutta la disposizione, in cui si pretendeva di fermare il corso del fiume, con danno dell' uno, o dell' altro, o d' entrambi i Signori Colliriganti, e di altri vicini. E quando pure niuna succedesse di tali ripercussioni, è certo che nell' incontro de' suddetti 8. angoli si verrebbe molto a perdere della velocità del fiume: a segno tale, che secondo il calcolo da me fatto così all' ingrosso, la velocità con cui l' acqua scorreva avanti di urtare nel primo angolo, si troverebbe dopo l' ottava svolta nell' ultimo angolo scemata per più di cinque settimi, anzi per più di sette noni del suo primiero vigore. Onde lascio considerare a chicchesia, quanto spossata rimarrebbe la forza dell' acqua, e quanto più stentatamente dovrebbe per ciò smaltirsi, ed in conseguenza, quanto crescere potrebbe di altezza, con frequenti pericoli di trabocco, in pregiudizio de' confinanti.

XV. Per quello poi che appartiene alla pratica, che si asserisce essere in uso appresso il Magistrato della Parte di Firenze, da cui sogliono decretarsi simili terminazioni ne' letti de' fiumi, tanto in particolare, quanto in generale, ad istanza d' uno, o di più possessori de' beni adiacenti, come se ne appor-

apporta l'esempio colla sentenza emanata dal suddetto Magistrato il dì 11. Agosto 1689 in causa de' Signori Betti, e Nicolucci, per cui si approva la terminazione della Sieve nel luogo detto sotto la Ruffina, come aveva proposto il celebre mattematico Signor Vincenzio Viviani, da cui altresì fu fatta fare un'altra terminazione per lungo tratto del Bisenzio. Conviene osservare, non potersi adattare quest'uso al proposito, di cui si tratta, variandosi le circostanze nel caso nostro, dove non abbiamo la stessa disposizione di sito, e dove non si tratta di rimediare a verun disordine, cui soggiaccia il fiume; lasciandolo stare, dove fin ora è solito di avere il suo letto. La Sieve avendo corrose le ripe, si era sparsa, e dilatata fuori del suo canale. Conveniva rimetterla in esso, determinando in qual luogo si dovesse fermare; e perchè ciascuno de' confinanti a forza d' opere manufatte averebbe da se allontanata la corrente, e gettatatala addosso al compagno, fu necessario, che per autorità pubblica si facesse l' addotta terminazione: in cui però (come risulta dal tenore della medesima sentenza, e dalla pianta ivi citata) le linee terminanti furono tirate a diritto, e sopra le vestigia de' confini, tra' quali prima scorreva il fiume, lasciandogli in varj luoghi, dove braccia 81. di larghezza, dove 84., dove 88., e per fino in 95., laddove nel caso nostro non vi è una simile necessità di rimettere il fiume al suo luogo, e non si propone di dargli almeno un corso più diritto, ma si fa serpeggiante come prima, e fuori de' soliti suoi confini, e con una larghezza troppo scarsa al bisogno. In ordine poi al fiume Bisenzio, ho osservato nella sua pianta esistente nell' Uffizio della Parte, che fu bensì disegnata con varie svolte; ma primieramente queste sono in piegature d' angoli ottusissimi, ed assai più aperti che non sono i proposti nel presente disegno dell' *Era*: secondariamente sono di lati così piccoli, che formano come un poligono di lati innumerabili, equivalente (per la dottrina del Galileo, e di tutti i moderni mattematici) ad una vera curva, in cui, secondo l' intenzione dell' Ingegnere dovea il fiume disporsi; onde è da credersi, che il Signor Viviani così disegnasse que' termini, perchè non potendosi in campagna, per tutto il tratto del corso curvilineo, che dovea fare il fiume, segnarne la traccia continuata, ma essendo obbligato di determinarla con pali, o altri termini reali posti a luogo a luogo, per cui dovesse passare la linea del fiume, li pose così spessi, che disegnassero come un poligono iscritto nella curva, che pretendeva dovesse descriversi dall' acqua, determinando quel poligono di lati così piccoli, e tanto moltiplicati, che si accostassero più che fosse possibile alla detta piegatura curvilinea da lui ideata. Terzo la terminazione ivi descritta non esce da' confini, tra cui prima scorreva il fiume, ma li va secondando, con allargarne solamente il canale dove n' era il bisogno, per ritrovarsi prima in que' siti troppo ristretto, e come strozzato da' canneti, che dall' una, e dall' altra banda vi avevano promosso i confinanti. Quarto in un luogo solamente si propose di variare il letto di esso fiume, e ciò con un taglio diritto, che correggeva un lunghissimo seno fatto dal vecchio letto del fiume. E quinto finalmente la detta terminazione era chiesta generalmente da tutti gl' interessati ad oggetto di riparare a' danni, che alla giornata seguivano, per essersi in alcuni troppo ristretto l' alveo del fiume co' lavori de' particolari, e per altri disordini, cui si trovavano tutto giorno soggetti; e però fu effettuata di comune consentimento. Le suddette circo-

co-

costanze non si verificano già nel caso nostro, come dalle cose dette di sopra può ricavarsi; e però non si può adattare l'esempio addotto, per giustificare la pretesa terminazione dell'Era.

Il che è quanto parmi di potere per ora in questo proposito rappresentare al finissimo giudizio delle Signorie loro Illustrissime, alle quali rassegnando i miei rispetti, divotamente mi confermo.

Delle Signorie loro Illustrissime.

Dal Monastero di S. Michele in Borgo di Pisa.

Dev. e Obblig Servo.
D. Guido Grandi.

RELAZIONE
PRIMA
DEL
P. ABATE GRANDI
All' Illustriss. Signor Marchese
FRANCESCO FERONI.
Circa il Padule di Fucecchio, e danni che cagiona a Bella Vista ec.

Illustriss. Sig. Sig. e Padrone Colendiss.

DOpo d'avere osservato lo stato, veramente deplorabile, della Fattoria di Bellavista, oltre a quanto immaginar mi potessi, mal condotta dall' acque in essa stagnanti, per cui si veggono tanti poderi, già coltivati, e fruttiferi, ora impaduliti, e solo di giunchi, e cannucce ripieni,

Fatti nido di serpi, e di ranocchi,

rimanendo in essi affogate le viti, le zolle sommerse, e di ricevere coltura, o semenza incapaci, le strade convertite in fossi, non più da' carri, ma dalle barchette solamente praticabili, le case de' lavoratori assediate dall' acqua, la quale talvolta giugne ad allagarne le stalle, ed i piani inferiori con grand' incomodo, e gravissimo pre-

pregiudizio de' contadini, costretti a ritrovarsi altrove ricovero più sicuro; mi sono posto a considerare le cagioni di tanti danni, ed a pensare qual rimedio più opportuno adattar si potrebbe, per risanare questi terreni, e restituirli alla primiera fertilità. Nè mi fu difficile il ritrovare la vera origine di tutto il disordine, riflettendo alla disposizione sì delle campagne adiacenti, come del contiguo padule, o lago di Fucecchio, dentro il recinto di cui sono state fatte dallo Scrittojo delle Possessioni di S. A. R. tante colmate, attenenti alle Fattorie delle Calle, della Stabia, di Castel Martini, del Terzo, e d' Altopascio, dalle quali notabilmente ristretto viene esso padule, rimanendone occupata la sesta parte almeno di tutta la sua espansione; e riflettendo, che specialmente le colmate, fatte in padule nelle due ultimamente nominate Fattorie d' Altopascio, e del Terzo, pongono appunto in mezzo la Fattoria di Bellavista, che, stendendosi lungo il confine di detto lago, ha dall' uno, e dall' altro lato le mentovate colmature a ridosso, ben tosto conobbi non essere maraviglia, se tanto ritrovavasi riempiuto il fondo del padule in faccia appunto alla maggior parte de' poderi di V. S. Illustrissima, i quali rimanendo oramai troppo notabilmente inferiori alla superficie del padule, in cui scolare dovrebbero, riesce di presente impossibile, che possano scaricarsi dell' acque, onde sono ingombrati; quando anzi l' è convenuto arginarli, per impedire, che l' acqua d' esso padule non trabocchi, e non si estenda oltre i confini proprj ad allagare vie più i suoi terreni fruttiferi, e sottomettere le più belle tenute, che siano rimaste ancora sane nel suo Marchesato: come pur troppo, non ostanti queste diligenze, si crede dovere in breve succedere, seguitandosi a colmare, come prima, dentro il padule, e cagionandosi così sempre maggiore lo stagnamento dell' acque nella sua Fattoria.

Non è minore il fondamento, con cui si teme in avvenire il propagamento di questa disgrazia, di quello sieno pur troppo già certi gl' indizj del principio, e del progresso, che sin' ora ha avuto a misura, che si sono andate accrescendo le Colmate in padule: non essendosi fatto tutto il male in un tratto, ma dilatatosi a poco a poco alle parti superiori, come risulta dal testimonio di chi già questi, e quelli terreni lavorava, e centinaja di sacca di grano, e biade vi raccolse, non ha molt' anni; laddove con tratto successivo, essendosi resi sottoposti al ristagnamento dell' acque, e perduto avendo lo scolo per lo rialzamento sempre maggiore dell' acqua, e del fondo stesso del padule, si sono infrigiditi, e resi oramai inutili ad ogni frutto.

In fatti si riconobbe questa verità con tutta evidenza nell' accesso, fatto il dì 7 di Maggio prossimamente passato, in cui si osservò, che gli scoli, già destinati a tramandare l' acqua delle campagne in padule, si trovavano intercetti fra le due acque, cioè delle campagne, e dello stesso padule, e si conobbero quelle circa ad un terzo di braccio superiori a quelle: onde non ha dubbio, che se aperte si fossero le cateratte, sarebbe l' acqua del padule entrata in maggior copia dentro de' campi medesimi, e che però conveniva tenerle serrate, e servirsene ad un' effetto, molto diverso da quello, per cui erano state fabbricate da principio, quando la sua Fattoria era in buon' essere.

Del che, per avere maggior certezza, si fecero più, e diverse livellazioni, dalle quali risulta, che l' acqua del padule, rispettivamente a quella, che era stagnante nelle campagne alla ragnaja, era superiore di quasi mezzo braccio, o per dirla precisamente di soldi 9. den. 10., e che i fondo

do ſteſſo del padule era ſuperiore alla ſuperficie delle campagne, che ſono alla via del Mariani, di ſoldi 18.; ed all' angolo dell' argine dell' Anchione, avendo diſtintamente preſo il livello sì della ſuperficie dell'acque, come de' fondi del padule, e nella campagna, fu ritrovato, eſſere la ſuperficie dell' acqua nel padule ſuperiore di ſoldi 9 e mezzo a quella de' campi; ed il fondo del lago ſopravanzare di ſoldi 14 e mezzo quello della campagna; ſicchè in varj luoghi l'altezza del padule, quanto al ſuo fondo, eccede di mezzo braccio, ed anche di due terzi, e più, ed in qualche luogo poco meno, che d' un braccio intero, l' altezza del terreno della Fattoria; e quanto all' altezza della ſuperficie dell' acque, nel padule era quaſi ſempre vicino ad un mezzo braccio ſuperiore a quella de' campi: e pure non eravamo in una ſtagione, preceduta da gran diluvj d' acque, ma da una quaſi coſtante ſerenità, interrotta ſolamente da qualche piccola ſcoſſa di breve durata, che non impedì giammai la mattina, ed il giorno le noſtre viſite; dal che ben può raccoglierſi, quanto più notabile riuſcir debba l'altezza dell' acque del padule in tempo d' eſoreſcenza, e di piene di tanti fiumi, e foſſati, che in eſſo sboccano, e quando Arno nelle ſue maggiori gonfiezze ricuſa d'ammettere nel ſuo ſeno l'Uſciana, anzi reſpingendola verſo le Calle del lago, ſicchè queſto piuttoſto coll'acque di quella ringorghi (come è avvenuto tal volta) in vece di potere per eſſa aver l' eſito. Certamente, giungendo l' acqua a tal grado, o rimanendo ſolamente nello ſtato preſente, e diminuendoſi ancora a maggior ſegno col benefizio d' un' eſtate ſecchiſſima, non potrà ad ogni modo l' acqua delle campagne avere il dovuto ſcolo dentro al padule, ma di neceſſità vi dee morir dentro, ſenza potere eſitarſi; dalche ne ſegue il rimanere impaduliti tanti poderi per l' acqua, che, dentro ſtagnandovi, ne infrigidiſce il terreno, rendendolo abile ſolamente a nutrire canne paluſtri, e giunchi di varie maniere.

Nè ſi può opporre, che le colmature fatte nelle ſuddette Fattorie di S A R piuttoſto pare, che doveſſero impedire l' alzamento del fondo del padule, impiegando opportunamente quelle torbide, portate da' fiumi, che ſcaricano nel lago, le quali torbide, ſe trattenute non foſſero, verrebbero a depoſitarſi nel lago medeſimo, e molto più l' interrirebbero, innalzandone maggiormente la ſuperficie.

Imperocchè primieramente, ſe le colmature foſſero ſtate fatte ne' terreni, che fuori del recinto d' eſſo padule rimanevano alquanto baſſi, e biſognoſi di qualche rifiorimento, voglio concedere, che quindi tramandandoſi l'acque dentro il padule già depurate, e più chiare di quello, che avvenuto ſarebbe ſenza tal colmatura, meno potuto avrebbero rialzare il fondo in pregiudizio de' ſcoli degli campi adiacenti. Ma il caſo noſtro ſi è, che le colmature ſono ſtate fatte dentro il padule medeſimo, e così le torbide ſi ſono fatte depoſitare dentro i margini di quello ſteſſo vaſo, che deſtinato era dalla natura a ricevere tutte l' acque de' fiumi influenti. Il continente adunque eſſendoſi riſtretto, e non diminuito il contenuto, non può avervi più la dovuta proporzione: onde non è maraviglia, ſe il lago non è più capace di abbracciare, e ritenere tra limiti più anguſti quella copia d' acque, che in tutta l' ampiezza ſua da principio abbracciava, e conteneva; perchè finalmente la natura, che non vuole eſſere ingannata, nè ſopraffatta dall' umana induſtria, ſa farſi ragione da ſe, cercando di ricuperare altrove lo ſpazio perduto, e levatogli a viva forza dall' arte, diſtendendo la giuriſdizione del padule oltre a' ſuoi confini, con renderne paludoſi

doſi que' luoghi, che prima erano fruttiferi, in compenſazione di quelli, che, prima eſſendo deſtinati a contener l'acque, ora ſi deputano a ricevere ſemenza, e coltura.

A queſt' oggetto pare, che miraſſe la provida, e paterna ſollecitudine del Gran Duca Coſimo I. di ſempre glorioſa, e rinomabile ricordanza, allorachè circa il 1550. riſtorando queſto iſteſſo lago di Fucecchio, e coll' edifizio delle Calle al Ponte a Capiano raffrenando l'acque, vietò con ſalubre Decreto il diſſeccare in parte veruna i margini, fra quali il padule è riſtretto, col preteſto di rendere con importuna fertilità bonificato il terreno: come ſi legge nell' iſcrizione, ivi poſta, del ſeguente tenore.

COSMUS MEDICES, FLORENTIÆ DUX II.
UT PHOCENSIS LACUS ACCOLAS
OPTIMÆ PISCATIONIS, ET EXOPTATÆ SALUBRITATIS
BENEFICIO SUBLEVARET,
HAC MOLE SUBSTRUCTA
PALUDEM, NE EFFLUERET, COERCUIT,
EDICTO VETANS USQUAM SICCARI LACUS MARGINES
IN SPEM IMPORTUNÆ FERTILITATIS.
QUI CONTRA FAXIT,
EXILIO, ET FORTUNIS MULCTATUS ESTO.

In ſecondo luogo ſi può riſpondere, che in tanto ſi è rialzato il fondo del padule in faccia alla Fattoria di V. S. Illuſtriſſima, in quanto, che l' acque della Nievole, e Borra da una parte, e quelle d'ambe le Peſcie dall' altra, eſſendo divertite dal loro primiero corſo tra gli argini delle nuove colmature, fatte dirimpetto a' poderi di Bellaviſta, nell' eſcire dagli argini, o per gli emiſſarj già ſtabiliti, o per le rotture, che frequentemente accadute ſono negli argini medeſimi, hanno portato la terra, da cui non erano ancora ben depurate, appunto in quelle parti del padule, che ſono di contro alle campagne di V. S. Illuſtriſſima, rialzando ivi il fondo in faccia agli ſcoli di eſſe: laddove, ſe l' acque de i detti fiumi ſi foſſero laſciate andare pe 'l corſo loro ordinario colla direzione, che avevano verſo le Calle, o foci del lago, averebbero portata in giù pe' ſuoi canali tutta la torbida ſenza pericolo, che ſi faceſſe così notabile interrimento, tutto raccolto in faccia alla detta ſua Fattoria; ma al più qualche piccola poſatura cagionata averebbero per tutta l' eſpanſione del corſo loro, la quale non averebbe ſenſibilmente pregiudicato agl' intereſſi della ſua Fattoria.

In fatti, e donde proviene, che ſolamente da quindici anni in quà ſi è più rialzato il fondo del padule, che non ha fatto in cent' anni addietro, quando non ſi divertivano i fiumi per le colmate? egli è pur manifeſto, che i fiumi, entrando a dirittura in eſſo, quantunque ſeco portaſſero le loro torbide, le ſmaltivano altresì con maggiore felicità, e ſenza tanto riempire il fondo, e rialzare la ſuperficie del lago, di quel che facciano ora, non oſtante, che depongano le torbe loro tra gli argini delle colmature preſenti; qualunque poſcia ne ſia la cagione o manifeſta, o forſe a

Si ag-

noi occulta, che riputare si voglia; il che poco importa al nostro bisogno.

Si aggiugne per terza risposta, che obbligando i fiumi a salire sopra le campagne da ricolmarsi, necessariamente si viene a diminuire la loro pendenza, e con ciò si ritarda la velocità di essi: e massimamente per le colmature, fatte dentro il padule medesimo, prolungandosi così la linea del loro corso, onde non possono sboccare più nel padule con quella forza, e vigore, con cui prima vi sgorgavano: e però non è maraviglia, se ora depongono nel padule ogni torbidezza, che nell' acque loro in poca, o molta copia sempre rimane, e massimamente qualora avviene, che dalla rottura degli argini se ne vada scapolando, prima d' aver fatta la sua posata; laddove lasciati, come per l'avanti erano, i fiumi nello stato, e corso loro ordinario, e con quella maggiore declività, per cui già scorrevano, seco ancora con velocità, ed impeto maggiore rapivano tutte le fecce incorporatevi dentro. E però anche da questo capo si riconosce essere vera, e sussistente la nostra proposizione, che l' origine principale de i danni, patiti nella Fattoria di V. S. Illustrissima, proceda indubitatamente dalle dette colmature, fatte in padule.

Non intendo già io con tutto ciò di biasimare, o condannare generalmente l' uso di simili colmate: anzi concorro con pieno voto nel parere di chi promuove, come utilissime, coteste operazioni, per rialzare, quanto è possibile, colle torbe de' fiumi i terreni più bassi, acciocchè non perdano lo scolo, mentre continuamente i fiumi stessi vanno alzando il proprio letto, ed altresì per impedire, ch' esse torbide non vengano ad interrire, o disseccare gli stagni, le paludi, ed altri ricettacoli perpetui dell' acque, con pericolo, che queste poi non ringorghino a' danni delle campagne, già coltivate. Per questi dico, ed altri riflessi convengo ancor' io, essere le colmature utili, ed in varj riscontri ancora necessarie; ma però con queste due condizioni.

La prima si è, che non si venga perciò a ristringere il vaso, destinato dalla natura ad abbracciare tutte l'acque, che da' monti, e da' piani di qualche provincia, o grandissimo territorio sogliono colà radunarsi, altrimenti quanto perderanno l' acque da una parte, altrettanto di terreno cercheranno di ricuperarsi dall' altra, avendo dalla natura stessa libera facultà di ripigliarsi il luogo, alla copia di esse competente, con permissione di potere a modo di ripresaglia stendersi ad occupare gli altrui confini a misura, che perdono della propria loro giurisdizione. E però le colmate debbono farsi non dentro al padule, ma fuori del suo naturale recinto, trattenendo le torbide su' campi più bassi, che sieno d' intorno alle ripe, o margini di quegli stagni, o laghi, in cui vanno i fiumi a terminare: acciocchè si rialzino piuttosto le sponde, che s' interrisca, e rialzi il fondo, e si ristringa il seno di que' ricettacoli, in cui debbono l' acque finalmente ridursi.

La seconda poi è, che le colmate si facciano regolatamente, e del pari, alzando prima i terreni superiori, poi gl' inferiori, come insegna il Guglielmini nel Trattato della Natura de' Fiumi cap 13 pag. ~~337~~ 421; altrimenti colmando in varj luoghi quà, e là, senza colmare per tutto unitamente, non può ricevere la campagna quell' uniforme pendenza, che si richiede, per avere il benefizio d' un libero scolo: ma i terreni, alzati in una parte, verranno a chiudere l' esito dell' acque, che bagnano la superficie de' terreni non ricolmati dell' altra banda: come appunto alle stesse Fattorie sopranominate di S. A. R. si vede essere avvenuto, nelle quali l'

sì l' acquisto di nuovi poderi per le colmature fatte dentro il padule, ha recato notabile pregiudizio a gli antichi poderi non rialzati dalle medesime; non avendo più tanto felice scolo dell' acque loro, quanto avevano prima; e sebbene il danno in essi cagionato, non è per anco al presente giunto a tal segno, che possa stimarsi a un gran pezzo così rilevante, quanto è il pregiudizio gravissimo, cui soggiacciono i poderi di V. S. Illustrissima, per essere questi i più bassi, che sieno al confine di detto lago, col tratto però del tempo è molto verisimile, che esso ancora sempre più notabile divenga, con sommo scapito degl' interessi di S. A. R., quando non venga provveduto alla stabile e regolata pendenza di tutta la campagna, col rialzare gli adiacenti poderi di V. S. Illustrissima.

Dalle cose premesse agevolmente si può raccogliere, che l' unico mezzo per risanare la Fattoria di V. S. Illustrissima si è il ricorrere all' unico, e per altro facilissimo rimedio, di derivare ne' suoi poderi qualche fiume, per potere colle torbide di quello ricolmare anch' essa i suoi terreni al pari degli altri adiacenti, tanto che possano ricuperare lo scolo nel padule, il quale per altra maniera sarebbe impossibile ad ottenersi, stante l' essere tanto più bassi del fondo presente del lago, come si è osservato di sopra.

Il punto è di provare ambidue questi capi: che il rimedio della colmatura sia agevole da mettersi in pratica ne' suoi beni, e che ogni altro rimedio sia inutile, ed insufficiente al bisogno.

Il primo si prova, considerando la pianta medesima del luogo, da cui si scorge, che la Pescia facilmente introdur si potrebbe per l' alveo antico, che dicesi il letto della Pescia asciutta, e quindi introdursi a depositare le sue torbe ne' poderi di V. S. Illustrissima con grandissimo comodo, e non molto dispendio.

Il secondo, cioè che ogni altro rimedio debba riuscire vano, quanto all' effetto, di cui ella ha di bisogno, si dimostra; perchè non possono giammai l' acque stagnanti (se non, se forse, per via di trombe, di mulini a vento, ed altre macchine, adoperate dagli Olandesi) derivarsi da un luogo più basso in uno più alto; onde è impossibile, che l' acque, dalle quali danneggiata viene la sua Fattoria, smaltire si possano secondo lo stato presente, se, o la campagna sua non si rialza di superficie, o il fondo del lago non si abbassa, o non si trova altro inferiore ricettacolo, in cui poterle divertire. Ma non vi è altro recipiente più basso del padule, perchè in esso gli altri fiumi influiscono; nè è praticabile l' abbassare uniformemente il piano d' esso padule in ogni parte per la sua grande espansione; e l' abbassarlo in un luogo solo non servirebbe, perchè subito si riempirebbe d' acqua, la quale ugualmente terrebbe in collo gli scoli delle campagne. Dunque altro non resta, che di alzare la superficie delle campagne medesime con ricolmarle, e rifiorirle tanto, che rimangano superiori al fondo del padule, acciochè in esso tramandar possano l' acque piovane, da cui allagate rimangono.

Che se v' ha chi pretende, coll' allargare, e profondare i fossi, che sono nel padule diretti verso le Calle, o con aprirne ancora de' nuovi, e tagliando tutte le cannucce, giunchi, aggallati, e cespugli, da' quali viene impedita notabilmente la velocità, con cui scaricare si dovrebbe il padule per mezzo di dette Calle nell' Usciana, di poter rimediare a tutti i pregiudizj, che la campagna di V. S. Illustrissima, e quella ancora di S. A. R. ne patisce,

Io pregherò chicchesia, a voler riflettere: Primo, di quanto immensa spe-

la ſpeſa riuſcirebbe queſt' opera, da affettuarſi in padule, trattandoſi di lavorare per più d'8 miglia di lunghezza, ſempre nell' acqua, e cavarſi non un ſolo, ma più foſſi, altri dritti, altri traſverſali, e tutti di notabiliſſima profondità, e di portar via lontano alla diſtanza di molte miglia tutti quegl' imbarazzi di aggallati, di ceſpugli, giunchi, e di terra, cavata nel profondare i detti canali, acciocchè tutta queſta materia non reſti ad ingombrare il padule come prima, e peggio di prima, occupando più luogo queſte coſe imoſſe, e traſpoſte, che nel ſito, e diſpoſizione loro naturale.

Secondo, quanto foſſe di ſua natura poco durevole, e difficile a conſervarſi nello ſtato preteſo; perchè preſto i giunchi, e le canne rimetterebbero, tornando a germogliare in capo a pochi meſi con non minore rigoglio di prima: ed il terreno poſticcio, di cui compoſti fuſſero gli argini di queſti foſſi, continuamente ſmottandoſi, ed ogni poco franerebbe, e con ciò, e colle depoſizioni de' fiumi influenti, preſto ſi riempirebbero i nuovi canali, e ſarebbevi biſogno di rinnovare ſempre la ſpeſa di cavarli, perchè faceſſero l' effetto bramato.

Terzo, quanto piccolo ſarebbe il benefizio, che quindi ne riſulterebbe alla Fattoria di V. S. Illuſtriſſima, mentre non foſſe intanto colle colmature di già deſcritte, rialzata di ſuperficie: imperocchè tutto il profitto, che ſperare ſe ne poteſſe, doverebbe finalmente ridurſi alla maggiore velocità, con cui il padule, mercè della rimozione di tanti imbarazzi, che grandiſſima reſiſtenza al corſo di lui facevano, più liberamente ſcolerebbe, ſicchè l' acque di eſſo più preſto del ſolito ſi vedrebbero abbaſſate, onde darebbero luogo, che più preſto altresì poteſſe ſcolarvi dentro quella parte ſola dell' acqua ſtagnante nelle campagne, che rieſce ſuperiore al fondo del padule: trattenendoſi però fra tanto quell'altra parte d' acqua, che ſi trovaſſe ne' ſuoi poderi inferiore al fondo del medeſimo lago (come di fatto ſe ne trova, ſecondo le livellazioni fatte, e di ſopra accennate, non per quattro dita ſole, ma per mezzo braccio, ed ancora due terzi, e per fino a ſoldi 18.) la quale acqua baſſa, ſolamente a forza d' evaporazione, e coll' ajuto de' venti, e di quanto ne imbeveſſe il terreno, convertendola in alimento de' giunchi, e delle canne paluſtri, potrebbe alla fine ſmaltirſi. Onde ne avverrebbe che, ſe nello ſtato preſente rimaner debbono allagate le dette campagne (a cagione d' eſempio) per un meſe, dopo una dirotta pioggia, ſuppoſto, che di nuovo non replicaſſero altri diluvj d' acque: aperti che fuſſero i foſſi propoſti dentro il padule, e preſupponendo, che mantener ſi doveſſe il tutto ben ripurgato a dovere, l' acqua ſi tratterebbe in dette campagne per 20 giorni ſolamente, i quali non per tanto ſarebbero pur troppo ſufficienti a fare infrigidire il terreno, e mandare a male qualunque ſementa di grani, e biade; e perciò non verrebbe con queſto rimedio a ricuperarſi la fertilità bramata ne' ſuoi poderi. Onde ſebbene l'operazione premediata farebbe certamente qualche effetto, e gioverebbe in gran parte a chi poſſiede i terreni più alti del fondo del padule, nulla però gioverebbe al biſogno di V. S. Illuſtriſſima, la quale ſarebbe condennata a ſottoporſi ad un grandiſſimo diſpendio, ſenza ſperanza di benefizio veruno.

Nè gioverebbe il cavare i detti foſſi in tanta profondità, che non ſolamente inferiori foſſero del fondo, che oggi ha il padule, ma ancora per un braccio almeno foſſero più profondi della ſuperficie delle campagne più baſſe, acciocchè poteſſero ancor queſte avere in detti foſ-

si lo scolo, non essendo nuovo, che varj campi d'altezze diverse possano in uno stesso fosso scolare, come per lo più accader suole nelle strade di campagna, che, sebbene rimangono superiori, o inferiori di livello a' campi adiacenti, ad ogni modo tanto quelle, che questi ne' fossi laterali l'acque piovane tramandano, e scolano felicemente.

Imperocchè conviene avvertire, che altro è il discorrere di due luoghi, ambidue di natura loro asciutti, e solamente dall' acque piovane bagnati, ed altro è parlare di un padule, in cui più fiumi continuamente si scaricano, ed il quale, oltre a ciò, da più polle d' acqua, che sgorgano dal fondo di esso, vien mantenuto. Nel primo caso è verissimo, che tanto l' alto, che il basso terreno possono in un fondo, d' ambidue più profondo, scolare l' acque, che sopra vi piovano; perchè sebbene l' acqua del più alto fosse in copia maggiore, e da principio riempisse il fosso, onde difficilmente in esso vi entrasse l'acqua del terreno più basso, tuttavolta, presto scolando la detta acqua, che viene dall'alto, nè altra succedendo a l empire quella cavità, si darebbe luogo finalmente allo scolo del più basso terreno, che in breve rimarrebbe asciutto. Ma nell' altro caso, che appunto è quello, in cui noi siamo, non potrebbe succeder così, perchè l' acqua del padule continuamente pieno terrebbe quel fosso, in esso aperto, quantunque fosse profondo, e quantunque supporre si volesse, che dalla materia, quindi cavata, stabilmente venisse arginato (il che non si concede) dovrebbe pure in molti luoghi essere l' argine attraversato, ed interrotto dalle bocche d'altri fossi trasversali, per cui avesse comunicazione in esso l' acqua di tutto il padule; che però l'acque piovane delle campagne non potrebbero giammai avere l'esito opportuno di detti fossi, essendo il medesimo, che si trovino ripieni d'acqua, che di terra, ogni qualvolta l' acqua continuamente dura a succedervi senza giammai mancare: anzi sarebbe V. S. Illustrissima forzata in ogni modo a tenere in tal caso chiuse le cateratte, che sporgessero in essi fossi, se non volesse vedere l'acqua del padule entrare per quegli sbocchi a contrario ne' suoi poderi, ed accrescerne il danno, in vece di ripararlo.

Sò, che potrà opporsi, che essendosi conservate le medesime le soglie delle Calle, per cui ha esito il padule nell' Usciana, e supponendosi altresì la medesima altezza ne' beni della fattoria di Bellavista, che era 10. anni addietro, conviene concludere, esservi il medesimo declive da un termine all'altro, che già una volta fra i medesimi estremi si ritrovava: onde, se già fu bastevole quella quantità di declive, interposta fra questi termini, per iscaricare l' acque, lo dovrebbe essere ancora al presente, ogni qualvolta venissero rimossi tutti gli accidentali impedimenti, che si oppongono al corso dell'acque, come sono i giunchi, le cannucce, gli aggallati, e qualche ridosso interpostovi.

Ma primieramente basta, che tra que' due termini supposti stabili, siasi rialzato di mezzo il fondo del padule, perchè impedito rimanga lo scolo dell' acque dall' uno, all' altro estremo: non valendo la conseguenza di chi così discorresse: questo punto è più alto di quello, dunque [qualunque sia la strada o piana, o montuosa, che dall' uno all' altro conduce] potrà l'acqua da un termine all'altro speditamente condursi: altrimenti il rialzamento del letto de' fiumi non sarebbe mai d' impedimento a gli scoli delle campagne, rimase più basse, potendo pretendersi, che dalla superficie di queste al lido del mare vi è sempre la medesima pendenza

di due mil anni fa, onde levando i ridossi, che per tutto il corso del fiume, rialzatosi di letto, si frappongono fra questi due termini, possano come prima scolarsi l'acque delle campagne per l'alveo del medesimo fiume, indirizzandole al mare, senza divertirle ad altro luogo più basso, e senza rialzare la superficie delle campagne medesime il che sarebbe da tutti i pratici stimata proposizione d' impossibile riuscita.

In secondo luogo si può replicare, che *hoc opus*, *hic labor est*, che si possano stabilmente levare, sicchè in breve non ritornino, e con quella facilità, che ci viene figurata, gl' impedimenti frapposti nel caso nostro tra un termine, e l' altro; mentre anzi si dimostra ricercare quest' opera spese immense, ed esorbitanti, sì nel farla, come nel mantenerla, senza speranza di profitto considerabile in riguardo a ciò, di cui la sua Fattoria ha di bisogno, per la qual cosa non è da preferirsi un mezzo così dispendioso, ed incerto al rimedio più sicuro, e più naturale delle colmate da me proposte, le quali con assai minore spesa potranno eseguirsi.

Terzo finalmente, concedendo, che vi sieno de' ridossi per entro il padule, non dobbiamo perciò darci ad intendere questi essere la vera cagione del trattenimento dell' acque. Imperocchè si sperimentò nella nostra visita il dì 8. Maggio, che ne' canali ancor grandi, per mezzo de' quali si navigava verso le Calle, eravi sufficiente profondità, dove di braccia tre, dove di braccia 4., e più ancora; e pure nelle parti superiori del padule non aveva l'acqua moto sensibile; anzi essendosi ritrovati que' ridossi, che tanto si decantano essere d' impedimento allo scarico del padule, il navicello vi passò felicemente sopra senza vararlo a forza di schiena, e senza adoperare la vanga per aprirgli il varco; e scandagliandosi l'altezza dell'acqua, che si ritrovava sopra di essi ridossi, fu veduta arrivare a 2. braccia, e un quarto, che è per l' appunto la stessa altezza, a cui il dì 12. Aprile si ritrovò l' acqua nel lago di Castiglione dentro i canali, pe' quali andavamo in barca coll' Illustrissimo, e Clarissimo Signore Senatore Sozzifanti, Auditore Generale dello stato Senese, dalle Bocchette d' esso lago fino alla Badiola. E pure l' acqua negli stessi luoghi de' ridossi, di cui si parla, ci appariva stagnante, non ostante, che l' intoppo di essi non potesse impedire l' esito dell' acqua superiore alla superficie de' medesimi, ma solamente all' inferiore. Dunque il trattenimento dell' acqua del padule non dipende precisamente da questi ridossi, i quali ancora, se si rimovessero, non darebbero quella facilità allo scolo, che ci viene figurata.

Lo stesso dico degli aggallati, ed altri sterpi, e cespugli, che impacciano il lago, i quali cagionano bensì una grandissima resistenza, per cui notabilmente ritardasi il corso dell'acqua: ma non già maggiore impedimento le arrecano di quello, che già vi fosse per lo passato, quando, come attestano i vecchi del paese, oltre i giunchi, l' erbe, e le canne, simili a quelle, che di presente vi sono, che non poterono mai in simil sorta di padule mancarvi, erano ancora in esso lago molti Ontani grossissimi, de' quali oggi ancora se ne scuoprono le vestigia; e pure aveva allora l'acqua felicemente il suo scolo. Dunque il disordine del ristagnamento dell'acque nella campagna di V. S. Illustrissima non dipende da' suddetti imbarazzi del padule, ma dall'essersi rialzato in faccia alla Fattoria di V. S.

V. S. Illustrissima il fondo del padule per le cause soprannominate. Nè il padule ha bisogno di canali, più profondi, per lo scarico dell' acque sue avendone tanti, che bastano; ma bisognerebbe, o trasportar fuori tutta quella materia, che da 15. anni in qua vi si è deposta, e ne ha rialzata così gran parte per un tratto di molte miglia quadre (impresa da proporsi piuttosto a gl'antici Imperatori Romani, o a qualche gran Monarca, provveduto non meno d'animo magnifico, e generoso, che di ricchissimo, ed abondante erario, e non da impegnarvi un Cavaliere privato) o pure rialzare la campagna troppo bassa, con opportune ricolmate finattantochè ricuperi la dovuta altezza sopra del fondo del padule, e si giri pure quanto si vuole, questo è l'unico rimedio del male presente, che V. S Illustrissima patisce ne' suoi poderi, e gli altri tutti sono, come suol dirsi, pannicelli caldi, atti a fomentar la piaga, non a curarla.

Quanto all' indizio de i presupposti ritegni, esistenti nelle parti superiori, che alcuni prendono da quest' effetto, che l' acque verso le Calle sembrano avere molto sensibile velocità, laddove nelle parti superiori apparisscono del tutto stagnanti, non parmi, che punto sufficiente sia a concludere l' intento, essendo ciò una cosa, che generalmente accade in tutti i laghi, stagni, o paduli, e lagune di vastissima estensione, i quali per un angusto emissario abbiano l' esito loro, come viene accennato dal Guglielmini della Natura de' Fiumi nel capo 6. alla prop 9. verso la pag. 167., e dipende dalla regola infallibile, insegnataci dall' Abate Castelli, dell' Acque Correnti lib. 2. prop. 3., cioè, che le velocità sono reciproche alle sezioni d' un medesimo canale, dovendo per entrambe nello stesso tempo passare egual quantità d' acqua, come si dimostra ivi dal medesimo Autore alla prop. 1. Dal che ne segue, che dove si stringe la sezione dell' alveo, ivi si accresca necessariamente la velocità, e viceversa, crescendo l' ampiezza della sezione, fa di mestieri, che scemi la velocità del fluido. Perchè dunque verso le Calle si riduce il padule in un seno angustissimo di poche braccia, e nelle parti lontane si diffonde in una vasta espansione di parecchie miglia, perciò tanto più veloce si scorge l' acqua nelle parti prossime alle sue foci, che nelle parti più remote: dove non è già, che in rigore possa dirsi assolutamente l' acqua stagnante (altrimenti non durerebbe il corso notabile dell'acque verso le Calle, perchè non sarebbe mantenuto da altra acqua succedente dalle parti di sopra) ma solo avviene, che ivi tardissimamente si muova, e con tanto minore velocità, quanto maggiore è l'ampiezza, a cui il padule si va stendendo; il che rende insensibile il corso di ella, e la fa comparire; come se del tutto giacesse immobile.

Da tutto ciò concludo, non esservi a mio giudizio altro espediente, che sia opportuno per rimediare alla Fattoria di V. S Illustrissima, che il procurare di rialzarla, come ho detto, più che sia possibile colle colmate, o almeno tanto, che siano le sue campagne superiori al fondo del suddetto padule, acciocchè possano l'acque scolare in esso, e non rimanervi del tutto stagnanti, con pregiudizio della salute degli abitatori de' luoghi circonvicini, che pur troppo l' Estate si risentono dell'infezione dell'aria, cagionata per questo ristagnamento: parendo affatto impossibile, che con qualsivoglia altra maniera si possano risanare i suoi poderi, e provvedere al bisogno, che hanno di scolo molto più spedito, e libero di quello, che aver potrebbero per mezzo de' fossi proposti, e pericolo delle cattive influenze, che possono cagionare le materie corrotte nell' acque morte, ed i se-

i fetenti vapori, che quindi esalano. Questo è il mio sentimento, il quale però volentieri sottometto all'altrui giudizio, e massimamente de' più periti, che averanno la bontà d'esaminare senza prevenzione, o impegno alcuno, le ragioni, ed i fondamenti addotti di sopra. Ed intanto piglio motivo di rassegnare a V. S. Illustrissima i miei riverenti ossequj, confermandomi.

Di V. S. Illustrissima

Pisa 26. Maggio 1715.

Umiliss. Divotiss. Obbligatiss. Servitore
D. Guido Grandi.

RE-

RELAZIONE SECONDA

DEL

P. ABATE GRANDI

Sopra gli affari di Bella Vista, ed i lavori proposti nel lago di Fucecchio.

All'Illustriss. Signor Marchese

CAV. FRANCESCO FERONI.

Gentiluomo di Camera di S. A. R.

Illustriss. Sig. Mio Padrone Colendiss.

I. AVendo letto, ed attententamente considerata la Relazione degl' Ingegneri Franchi, e Boncinelli circa i nuovi lavori proposti da essi nel lago di Fucecchio, coll'istruzione, e pianta de' medesimi addotta per esporre il loro disegno; sono colla presente ad assicurare V. S. Illustrissima di non avervi finora ritrovato alcun' efficace motivo, che possa persuadermi a recedere da que' sentimenti, che le spiegai colla mia Relazione de' 26. Maggio 1715., ne' quali tanto più mi confermo, quanto che, dopo avere esaminate con maggiore accuratezza tutte le circostanze di sì rilevante negozio, veggo, che ogni cosa cospira a dimostrare la stessa verità, che per fino d' allora le andai ombreggiando; e che poscia si è trovata confor-

conforme al parere, già dato in questo stesso proposito da' più celebri, ed esperti Architetti, che abbia avuto la Toscana in queste materie; al giudizio de' quali parrebbe il dovere, che si avesse qualche riflesso, prima d' ingolfarsi in un' opera così dispendiosa; quando ancora non si dimostrasse evidentemente mal fondata, ma solamente dubbia, ed incerta la speranza dell' esito felice, che viene promesso, e del vantaggio che si desidera, e che sarebbe a gl' interessati opportuno.

II. Io dunque coll' autorità di essi cercherò primieramente di corroborare quanto già esposi nella detta mia Relazione; indi con nuove ragioni procurerò di esporre in miglior luce lo stesso mio sentimento, per farmi intendere più chiaramente che sia possibile; e finalmente mi avanzerò a discorrere de' lavori proposti, e di altri mezzi, che si potrebbero forse proporre per risanare i terreni inondati intorno al margine del lago suddetto.

III. Allora che non dubitai di attribuire l' origine di tutti i disordini, per cui rimangono affogati tanti poderi di V. S. Illustrissima già colti, e fruttiferi alle tante colmate poco regolatamente fatte dentro il padule di Fucecchio, nelle Fattorie di Altopascio, del Terzo, di Castel Martini, di Stabia, e delle Calle; non mancarono del pari zelanti, ed autorevoli, che si dichiararono altamente scandalizzate di me; benche coll' esperienza del fatto medesimo si rendesse così palpabile, ed indubitata la mia proposizione, che da niun' uomo ingenuo, ed incapace di tradire la verità si sarebbe mai potuta, nè dovuta dissimulare: massimamente ridondando ciò in pregiudizio non che di V. S Illustrissima, del Principe stesso, che ne' poderi antichi delle medesime sue Fattorie prova una notabile deteriorazione dopo l' acquisto de' nuovi terreni fatti colle colmate. Ma che diranno adesso questi tali all' attestato di tre famosi Architetti, Annibale Cecchi, Felice Giamberti, e Baccio del Bianco, i quali mandati dal Magistrato della Parte a riconoscere le strade, per le quali si voleva derivare il fiume della Nievole, parlando incidentemente della disposizione di tutto il paese all' intorno, senza prevenzione alcuna, e senza impegno d' alcun partito, dissero appunto ciò, che ho detto io, anzi predissero ciò, che a nostri giorni si è veduto succedere? visitarono essi tutti i luoghi, fecero l' opportune livellazioni, e dopo di avere ascoltati a parte a parte ciascuno degl' interessati, o loro rappresentanti, in presenza del Cancelliere di Monte Catini, considerato maturamente il tutto, conclusero, che fusse la migliore, e la meno dispendiosa risoluzione il mettere la Nievole nel fosso detto di Messer Alamanno: avvertendo però espressamente il pregiudizio, che avea cagionato questo fiume per le colmature irregolarmente fatte: e predicendo, che se non si cessava di colmare in tal modo, sarebbe stato inutile, o poco durevole il sollievo, che si sperava dal mutare il letto a quel fiume: e finalmente proponendo per vero rimedio di tali disordini, che si concedesse di poter colmare tutti i beni de' particolari, e delle Comunità, che rimanevano indietro più bassi, e privi di scolo; conforme appunto fu da me considerato essere necessario per risanare i beni di V. S. Illustrissima nella Fattoria di Bellavista.

IV. Ecco le parole stesse della Relazione data da que' valentuomini li 24. Luglio 1640; ed approvata dal Magistrato suddetto il dì 26 Marzo 1642. *Ma perche antiveggghiamo forse quello, che col tempo potrebbe intervenire, e che la ragione ci detta circa a questo fiume della Nievole, e beni confinanti ad essa, però rappresentiamo alle Signorie Loro Molto Illustri quello sarebbe il più sicuro rimedio e dell' aria, e del paese tutto. La Nievole si parte dalla svolta A, come*

mostra

mostra la pianta, da un piano così basso, che è quasi al medesimo livello del suo mezzo, e scorre alla dirittura fino al confine de' beni particolari, ed entra in quello del Serenissimo Principe. Questa passò felicemente molti anni senza far' danno alli beni; nè meno all' aria; oggi per avere il fiume COLMATI tutti i beni del Serenissimo Principe, e di bassi che erano, ridotti alti molto più di quelli, che addietro restano, non potendo passare detta acqua alla sua dirittura, ringorga addietro; e superando gli argini, e rompendoli ancora, allaga i campi de' particolari: che però S. Maria Nuova, ed altri si sono risentiti, che si rimedj a tanto danno. Or noi dichiamo, che rimutando il detto fiume, e mandandolo per il suddetto fosso mentre non si lasci stare di far le COLMATE, dichiamo che col tempo saremo alle medesime, come ora con Monsommano siamo; e però rappresentiamo alle Signorie Loro, che il vero rimedio, che per sempre fusse liberato ciascuno da tanto pericolo, sarebbe il concedere a tutti li beni da' particolari, e comuni, che addietro restano, il COLMARE, cominciando al principio del piano, fino alli beni di S. A. convenire appoco appoco innanzi colle COLMATE: così alzandosi i primi, che oggi restano più bassi, non potrebbero per tempo alcuno patire nè d' acque, nè di scoli: e benchè a questo ne segue un' inconveniente, il quale è, che molti non possono stare senza l' annua ricolta; a questo ci è il rimedio coll' esempio della Val di Chiana, il quale ha usato il Serenissimo Gran Duca; ed è, che, S. A. pigli in affitto tutti i beni per quella quantità d' anni, che crederà essersi rimborsato delle spese fatte dopo le COLMATE. Questo causerebbe tutti i buoni effetti cioè miglioramento d' aria, di terreni, del fiume, e del medesimo lago, e paduli; e che poi S. A. potrebbe colmare il suo quanto valesse, senza pregiudizio d' alcuno: che altrimenti, come sopra abbiamo detto, dubitiamo quello è per nascere, mediante l' esempio del passato.

V. Tale fu allora il sentimento di que' grand' uomini, non meno di equità singolare, che di squisita prudenza, ed avvedutezza dotati, col parere de' quali mi glorio d' esser concorso ancor' io nella mia Relazione, quantunque nulla di ciò sapessi: perchè non averei omesso di prevalermi dell' autorità loro così precisa, e calzante al nostro proposito; siccome nè meno avea contezza in quel tempo d' un' altra Relazione, che già fece al Signor Senatore, e Depositario Feroni d' illustre, e chiara memoria, un' altro esperto, e valente Ingegnere, cioè il Capitan Giuseppe Santini, fin sotto il dì 21 Marzo 1679., ove comprova la stessa necessità del rimedio da me proposto; cioè di colmare unitamente i beni di V. S. Illustrissima non meno degli altri attenenti a S. A. R. ponderando il danno, che ne potrebbe succedere colmando questi, e non quelli. Ecco le sue parole. *Se si vorrà liberare dalli danni, che ricevono detti beni dall' acque suddette, per mantenerli buoni, e coltivabili è necessario di procurare di colmare le tavolate de' terreni di queste parti unitamente, e che il piano del terreno sempre si mantenga a un medesimo livello, acciocchè le acque cadano sempre nel padule, e non possano cadere dalla parte di Bellavista, nè del Terzo; e mentre che i terreni del Terzo si colmeranno, e nel medesimo tempo si colmi anco quelli di Bellavista unitamente, ed al medesimo piano, i terreni di Bellavista, e quelli del Terzo non patiranno, e le acque caderanno sempre nel padule, per essere la parte più bassa, ec.* e poco sotto soggiunge: *Ho osservato ancora il danno, che ricevono dall' acque i beni di Bellavista, dove confinano con i paduli del Cerro: e mentre si colmano i detti paduli del Cerro, ed i beni dell' Altopascio, e quelli di Bellavista non colmino, ne succederà, che i beni di Bellavista resteranno bassi, e diventeranno paduli: E perchè non succeda detto danno, sarà necessario colmare anco in questo luogo unitamente, come si è detto di sopra.*

VI. Or siccome non piccolo conforto prova un viandante, confidandosi di

si di avere scelta la buona strada per condursi al suo termine, quando per essa trova altri passeggieri ben pratichi del paese, incamminati alla medesima parte, dal concorso, e compagnia de' quali vie più s' assicura di non avere sgarrato il camino; così io, benchè non fidandomi de' proprj lumi in così oscura, e difficil materia, averei potuto per avventura dubitare d'essermi, o per mancanza di sufficiente cognizione, o per difetto di consumata sperienza, fortemente ingannato in questo proposito: massimamente vedendo in tanto prescelto da altri con tanta franchezza, ed animosità un diversissimo sentimento, non ostante le difficultà da me opposte, e le rimostranze fatte in contrario da più interessati: tuttavolta mi rincoro, e mi confermo sempre più nello stesso parere, vedendo, che prima di me tant' altri periti di chiaro nome, e maggiori d' ogni eccezione si sono abbattuti a dire appunto il medesimo: essendo non leggiere indizio di verità il confronto di tanti valentuomini nello stesso mio sentimento, che si trova conforme a quanto ancora insegnò generalmente il Dottor Guglielmini celebre Mattematico della Università di Bologna, e di Padova, ed Autore classico in questa materia, nel Libro della Natura de' Fiumi al Cap. XIII.

VII. Ma se non vogliamo far conto dell' autorità di sì rinnomati soggetti, si pesino pure le ragioni; e per non ripetere le cose già dette nella mia prima Relazione, presuppongasi per certissimo, che la quantità d' acqua, di cui al presente abbonda il padule di Fucecchio, non è in minor copia di quella, che già soleva contener gli anni addietro, prima che tanto si promovessero le colmate dentro il padule; dipendendo dagli stessi fiumi, e rivi influenti, dallo scolo della medesima quantità di paese, che a giudizio del vecchio Maestro di Campo Guarrini non abbraccia meno di 170. miglia quadre di superficie, e finalmente dalle stesse sorgive di prima: sicchè venendo ristretta la capacità di questo vaso per tanta quantità, quanta ne occupano i nuovi acquisti fatti nelle cinque Fattorie già di sopra annoverate, i quali vengono giudicati la sesta, o almeno la settima parte di tutto il padule (e siasi qualunque altra più vera, e precisa quantità, che ciò non importa, ricorrendo sempre ne' termini suoi più legittimi la forza dell' argomento) chi non vede, che di necessità bisogna che l' acqua viceversa s' innalzi dentro il padule ad un' altezza maggiore la sesta, o la settima parte di quella di prima, quando ancora non si fosse punto interrito frattanto, e rialzato notabilmente il fondo del medesimo lago? farei torto a' lettori, se intraprendessi a dimostrare verità così chiara, sapendosi da' primi elementi, che le moli de' corpi eguali debbono avere le altezze reciproche alle loro basi. Sicchè a buon conto per questo solo capo è evidente, che se prima nel padule vi era un' altezza ragguagliata di cinque in sei braccia d' acqua, ora vi si troverà un braccio di più: il quale o stia ammontato sopra la stessa superficie del lago, o si sparga, per non potere essere contenuto da' margini del medesimo, sempre ne segue, che tutti quei terreni, i quali sopra il primo antico livello del padule avevano meno d' un braccio di caduta (nè debbono esser pochi in una pianura quasi orizzontale) saranno soggetti all' inondazione, o per l' acciecamento degli scoli, o per l' espansione del lago; ed in tempi di lunghe, e continue piogge, saranno costrette le campagne circonvicine a trattenere dentro di se tutta l' acqua, che dovea smaltirsi in questo recipiente, se ne fusse, come per l' addietro, capace.

VIII. Si aggiunga ora, che lo stesso fondo del padule frattanto si è notabilmente rialzato, sicchè in alcuni luoghi, come costa dalle livellazioni

già da

già da me addotte nella precitata Relazione pag. 3. sopravanzi il livello medesimo della superficie delle terre di V. S. Illustrissima prima culte, e fruttifere, che ebbero in detto padule felice scolo, e per più di cent' anni addietro se l'erano mantenuto (non trattandosi quì di campagne colmate di fresco, le quali ne' primi anni qualche poco si avvallano, restringendosi i pori di quel terreno sollo, ed arrendevole, che le ricuopre ma di tenute bonificate già da gran tempo, e però oramai rassodate) per questo alzamento di fondo, non dee egli altrettanto far sollevare l'acqua, che sopra vi si spande, facendola per questo capo ancora salire a più alto livello del solito?

IV. Ma quì sento darmi sulla voce da chi con franchezza grida, non doversi dare la colpa di questo alzamento di fondo alle colmate, le quali piuttosto trattengono il terreno sulla superficie de' campi bonificati; non lasciandolo da' fiumi trasportar nel padule, e con ciò impedendo le deposizioni, da cui possa il letto di esso fondo interrirsi. Io già risposi nella mia Relazione a questa difficoltà, e ne scopersi l'equivoco. Ora solamente aggiungo, che questi stessi oppositori confessano nella loro Relazione, anzi esagerano la gran ripienezza succeduta da poco tempo fa nel padule; soggiungendo, che, *Il Chiaro stesso, il quale da non molti anni addietro* (cioè appunto avanti, che si facessero tante colmate dentro il ricinto del padule) *era profondo, netto, e pulito, ora è ripieno, ed imboschito d'erbe palustri*. E pure, se le colmate trattengono le torbe, ed impediscono l' interrimento del padule, in niun tempo averebbe dovuto meglio conservarsi limpido, e chiaro, e colla solita profondità questo ricettacolo d' acque, quanto in questi quindici, o venti anni, ne' quali con tanta applicazione, e sollecitudine si è badato a colmare d'ogni intorno, e vie più ristringere i margini di questo lago, impiegandovi quasi tutte l'acque influenti. Se qualche medico, a titolo di preservarmi da una certa indisposizione mi proponesse un tale rimedio, e dopo l' applicazione di esso provassi di star peggio di prima, non potrebb' egli giammai persuadermi con qualunque affluenza di parole a continuare di prevalermi del supposto preservativo: anzi l'abborrirei come pregiudiziale alla mia salute, benchè non sapessi rispondere all' istanze di chi me lo volesse far passare per innocente. In questa occasione mi accorderei ancor' io a dire: *Che la Pratica è diversa dalla Teorica*, come sogliono essi decantare da per tutto, quando non vengono ciecamente approvati da' Mattematici tutti i progetti fatti da gl' Ingegnieri.

X. Non è però, che nel nostro caso manchino maniere di dimostrare, come le colmate, che per se stesse trattengono le torbide, possano per accidente essere cagione, che si riempia, e si rialzi il fondo del padule più di quello, che sarebbe senza di esse. Io talvolta ho osservato, che nel mentre si facevano degli argini in terreno paludoso, appunto ad uso di circondare le colmate, quanto maggior copia di mota faceva caricare l'ingegnere sopra i detti argini, per rialzarli a dovere, tanto più questi si avvallavano, cedendo la base loro al carico sovrapposto, e così profondandosi; ma nello stesso tempo si vedeva alzare il suolo, e come rigonfiare là nel mezzo della pianura altresì paludosa, esteriormente contigua agli argini sopraddetti. Non ci vuole gran sottigliezza d' ingegno a capirne subito la ragione. Quel terreno posticcio era così molle, e cedente per l'acqua mescolata con esso, che qual pasta arrendevole premuto da una parte, ed ivi spinto all' in dentro schizzava fuori dall' altra rialzandosi fino a tanto, che fossero equilibrate le forze, e le resistenze. Chi vorrà ora sostenere, che nel fare gli argini per le colmate dentro il padule non

suc-

succedesse un simile effetto, e conseguentemente, che i detti lavori fatti in faccia di Bellavista dall'uno, e dall'altro fianco non dovessero talmente aggravare il fondo del contiguo padule, composto di simigliante pacciame, e sempre inzuppato d'acqua, che obbligassero ad alzarsi appunto di contro alla Fattoria di V. S. Illustrissima interposta fra le dette colmate, come in fatti vi si riconosce elevato oltre all' ordinario, con tanto pregiudizio degli scoli de' suoi poderi? Ma che dico io delle sole arginature? intromessa l'acqua nel circondario di esse, e trattenutavisi a grande altezza, non doveva ella premere da vantaggio il piano sottoposto alle dette colmate di quello, che restasse compresso il fondo esteriore del padule, soggetto a minore altezza di acqua? E se il terreno per di sotto cedeva (come ne fa fede l'abbassamento d'alcune case fabbricate ne' campi nuovamente bonificati, il primo piano delle quali è rimaso sotto terra sepolto) dovea pure, per cagione dell'equilibrio alzarsi viceversa il fondo del padule fuori delle colmate.

XI. Si rifletta ora di più, che per essere i detti argini fatti di quel terreno posticcio spesse volte non sono stati sufficienti a reggere il peso dell' acqua introdotta ad appoggiarsi sopra di essi; onde squarciandosi hanno lasciata correre l'acqua torbida ad espandersi sul fondo del medesimo padule infaccia alla Fattoria di Bellavista, ed a colmarlo, deponendovi il suo sedimento più grossolano: il che in breve tempo può avere cagionato un rialzamento notabile di esso fondo; laddove se si fossero lasciati andare liberi i fiumi nel padule, senza divertirli nelle colmate averebbero felicemente proseguito il viaggio loro pe' soliti canali, dentro a cui serbando il maggior vigore della loro velocità, gli averebbero mantenuti scavati, e profondi, nè si sarebbe radunato a ridosso della Fattoria di V S Illustrissima in sì breve tempo così notabile interrimento; ma si sarebbe smaltita per le foci del lago la maggior parte della torbida; ed il resto che si fosse potuto frattanto depositare, ripartendosi per tutta la vasta estensione del padule (la quale, come si è detto, era per l'addietro assai maggiore di adesso) vi averebbe cagionato un rialzamento insensibile, da cui tanto pregiudizio non si sarebbe derivato a' possessori de' beni adiacenti.

XII. Fingasi però, che non seguissero mai rotte nell' arginatura delle colmate, ma che per gli emissarj a ciò destinati si lasciasse scolare l'acqua regolatamente nel padule, crediamo noi, che ne uscisse del tutto chiara, e seco non trasportasse delle fecce ad ingombrare il fondo del lago? anzi quella sola porzione d'acqua racchiusa nel circondario delle colmate, che resta inferiore alla soglia dell' emissario, è quella che può depurarsi, e deporre sul fondo, sopra di cui si posa, la soma dell' arena, della terra, o del limo, che seco ha portato: ma l' altra che segue a somministrarsi dal fiume (se non si chiude la cateratta, che gli da l' ingresso dentro il ricinto della bonificazione, come sempre avviene, impiegandosi tutto il fiume a colmare, e può talora avvenire, impiegandovi un ramo solo derivato dall' alveo del medesimo fiume) se ne passa via torbida quasi egualmente come è venuta; perchè essendo superiore alla soglia dell' emissario, non può far di meno, che non porti dentro al padule della terra, che ha in se mescolata, e sarebbe vanità il persuadersi, che appunto l' acqua susseguente, per essere più grave di specie, mercè del limo in essa contenuto, dovesse tutta andare sotto all' acqua precedente già depurata, e levarsela in collo per farla uscire dalla sua foce così chiara, come si è resa per la deposizione fatta. Perchè oltre la necessità di mescolarsi, generalmente propria di tutti i fluidi, che non abbiano le parti oliose, quantunque differenti di gra-

vità

vità specifica, come apparisce nel vino, e nell'acqua, non che in diverse acque più, o meno gravi; se dovesse un tale raggiro perpetuo succedere, non si darebbe tempo all'acqua racchiusa, ed inferiore alla soglia dell'emissario, di depurarsi totalmente, ma toccato appena il fondo, sarebbe dalla susseguente acqua di mano in mano cacciata in alto, e spinta fuori: onde in tutte le maniere bisognerà, che della torba ne venga in padule, non ostante qualsivoglia diligenza, che si usi per trattenerla.

XIII. Ma vi è poi questa differenza tra il venire l'acqua torbida nel lago, passando per le colmate, o 'l venirvi a dirittura per un alveo di fiume non interrotto; che nel primo caso vi viene stracca, e spossata, con quel languido moto, che può conferirle quella piccola velocità, che si acquista nel cadere dalla soglia dell'emissario, la quale non è sufficiente a condurla gran fatto lontano; e però l'acqua depone presto dentro il padule la limosa soma, onde è aggravata; ma nell'altro caso si trasporta nel lago con quella velocità, che si è acquistata scendendo da'monti circonvicini, la quale è molto maggiore, e però con essa inalveandosi ne'consueti canali, può avvivare tutte l'altre acque del lago, e più speditamente smaltire le sue torbe per le foci di esso, senza deporle per istrada in tanta copia, quanta ne lasciano le acque scapolando per gli emissari delle colmate.

XIV. Per concepir ben questa verità s'intenda una palla cadere dall'altezza, per esempio di cinquanta braccia, o perpendicolarmente, o per un piano inclinato ma in capo della scesa di 48 braccia venga ad essere ricevuta sopra una tavola orizzontale coperta di felpa; sicchè ammorzi, ed estingua il suo moto, lasciandola stentamente condurre all'orlo, d'onde poi scenda per altre due braccia sul pavimento. Sia ancora un'altra palla, che spiccandosi dalla medesima altezza di 50 braccia, venga direttamente per un piano egualmente, o più rigido a battere nel pavimento, senza incontrare la remora di quella tavola interposta. Dimando quale delle due palle anderà scorrendo con maggiore velocità nel pavimento suddetto? senza dubbio la seconda averà una velocità cinque volte maggior della prima, perche l'altezza, da cui è caduta immediatamente, supera venticinque volte l'altezza della tavola, da cui quella discende: nulla suffragandogli il viaggio di 48 braccia fatto antecedentemente, per avere perduto nell'incontro della tavola ogni velocità acquistata, e principiato da capo il moto discensivo nel cadere dall'orlo di quel piano orizzontale alto solo due braccia dal pavimento.

XV. Avendo noi dunque i fiumi, che dalle pendici de'monti si portano al labbro del padule con una tale velocità, se gli lasceremo entrare immediatamente in esso padule, proseguiranno il viaggio loro con maggior vigore, che interrompendo ad essi il corso con fargli prima stagnare nel circondario delle colmate, dove perdono l'acquistata velocità, e solamente se ne riacquistano una minima parte cadendo dalla soglia degli emissari. Per non dir nulla, che nel condurre i fiumi sopra i terreni da bonificarsi, alzandosi continuamente i loro alvei, e prolungandosi lo sbocco loro dentro il padule, si rendono meno declivi, onde scemasi ancora per questo capo il momento, e l'impeto loro, e tanto più facilmente si ammorza, e si debilita.

XVI. Nè giova il dire, che già la grand'estensione del padule fa perdere all'acque influenti in esso gran parte della velocità conceputa; perchè ancora nell'esempio addotto viene dal pavimento rintuzzata, e diminuita la velocità delle palle sopra di esso cadenti, secondo il seno dell'inclinazione del piano, per cui ~~cagione~~, col perpendicolo, come io dimostro

cagiono

nella

nella mia Meccanica; onde corre sempre la medesima parità: ed oltre a ciò l'estensione del lago raffrenando nella stessa proporzione sì la maggiore, che la minore velocità dell'acqua influente, sempre rimarrà più vigore nell'acqua, ch'era più veloce, che in quella, ch'era più pigra, e lenta al moto; e perciò seguiranno in maggior copia le deposizioni nel padule, facendosi le colmate, che lasciando correre liberi i fiumi pe' suoi canali consueti senza trattenerli, e raffrenar loro l'impeto sotto pretesto di depurarli.

XVII. E quì subito risalta all'occhio un'altra potentissima cagione dell' alzamento della superficie dell'acqua nel padule, seguita dopo le colmate, ed in virtù di esse; e questa è la ritardata velocità dell'acque influenti nel padule: essendo chiaro, che quanto scema in essa la velocità, tanto dee in parità di circostanze crescere la misura della loro altezza, secondo la celebre massima del P. Castelli, tante volte da esso inculcata, nè mai abbastanza da' pratici Ingegnieri compresa: cioè, *che l'istessa acqua corrente va mutando la misura, secondo che varia la velocità, cioè minuendo la misura, mentre cresce la velocità; e che le medesime piene d'un torrente, cioè quelle piene, che portano eguale quantità d'acqua in tempi eguali, non fanno le medesime altezze, e misure nel fiume, nel quale entrano* (e lo stesso vale senza dubbio in un lago) *se non quando nell'entrare nel fiume acquistano, o per dir meglio, conservano la medesima velocità; perchè se le velocità acquistate nel fiume saranno diverse, ed in conseguenza l'altezze, come si è dimostrato.*

XVIII. Sicchè finora si è veduto, come per tre capi, non che per un solo resta alzato il livello dell'acqua del padule a cagione delle colmate. Primo per aver'esse ristretta la capacità del padule. Secondo per l'alzamento del fondo di esso, cagionato dalle medesime in più maniere di sopra spiegate. Terzo per la diminuzione della velocità dell'acque influenti, che ne rende maggiore l'altezza reciprocamente all'impeto scemato. Si aggiunga ora per quarto capo un altra maniera, in cui possono le colmate avere cooperato all'inondazione de' terreni di Bellavista; ed è per mezzo delle sorgive cagionate dall'alzamento de' fiumi, e dall'acqua trattenuta in grande altezza fra le arginature de' terreni colmati in faccia alla suddetta Fattoria di V. S. Illustrissima: non potendomi persuadere, che la sola acqua piovana, restando ivi priva di scolo, faccia tutto il male di rendere sterili, ed infrigiditi i suoi poderi; ma le sorgive ancora debbono contribuire al continuo allagamento di essi; altrimenti, fra ciò, che in vapori ne attrae il sole, e ciò, che ne imbeve il terreno, rimarrebbero assai più spesso di quello che accade, almeno in tempo di state, in gran parte asciutti. Ma il fatto è, che siccome il peso dell'acqua, e della terra alzata per le colmate fatte dentro il padule ha potuto, come si è detto, alzare il fondo esteriore del padule medesimo; così per le porosità della terra averà dovuto insinuare l'acqua ne' poderi stessi contigui al padule, e farnela scaturire in tante sorgive, mantenendovela a quell' altezza, che potesse equilibrarsi coll'acqua derivata da' fiumi nelle vicine colmate, tanto superiori al piano de' poderi di V. S. Illustrissima: appunto come attestano gli Eminentissimi Cardinali Dadda, e Barberini nella Relazione loro dell' acque di Bologna, e Ferrara, essere avvenuto a buona parte delle campagne del Polesine di S. Giorgio, già tanto abbondante, ch'ebbe il nome di Granaro del Ferrarese; ed era insterilito per le sorgive cagionate dallo sproporzionato alzamento del Po di Primaro sopra la superficie di quelle campagne, alle quali tramanda l'acqua facendovela trapelare, come per tanti sifoncini, per li pori di quella terra fangosa a misura, che viene pre-

che premuta dal carico di quell' acqua, che le sta sopra.

XIX. Che se il vero rimedio d' un male è il rimovere, quanto sia possibile, la cagione, da cui deriva, o impedire, che non possa nello stesso modo come prima operare; ognun vede, che la proposta fatta d' aprire nuovi canali in padule, non tende altrimenti a risanare i terreni di Bellavista, e dell' altre possessioni de' particolari poste sulle gronde del lago, ma piuttosto è diretta a qualche altro segreto fine, molto diverso dal sollievo, che si desidera: imperocchè i nuovi fossi nè dilateranno la capacità del padule, se non d' una quantità insensibile; nè abbasseranno universalmente il suo fondo; nè aggiungeranno velocità all' acque influenti; nè chiuderanno l' adito alle sorgive: ed in somma non rialzeranno la superficie delle campagne inondate, nè abbasseranno il livello dell' acque del padule, non avendo essi maggior' esito di quello, che hanno gli antichi fossi già sufficientemnte aperti: onde non saranno mai, che i poderi presentemente affogati, per esser più bassi della superficie, e del fondo stesso del lago possano quindi innanzi felicemente scolare in esso: ma è necessario per tale effetto, o ridurre tutte le cose *in pristinum*, come stavano avanti, che s' intraprendessero simili colmature; ovvero (giacchè il fatto è fatto, ed è impossibile distruggerlo) converrebbe talmente regolare il piano della campagne, che nè dalle colmate fatte potesse patire, nè da quelle, che si sono per fare venisse a deteriorarsi; onde bisogna, come dissi nella prima Relazione, e come avanti di me detto avevano Baccio del Bianco, Annibale Cecchi Felice Giamberti, e Giuseppe Santini, farsi a ricolmare da alto, e venire giù regolatamente verso il padule, con dare a tutta la campagna una pendenza unita, nè lasciare all' indietro, ed a' fianchi verun luogo più basso degli altri, che si sono alzati artificiosamente a fronte, ed accanto delle possessioni inondate; acciocchè tutti abbiano quella proporzionata altezza, che si ricerca a scolare dentro il padule. Così il rialzamento de' margini del lago supplirà al ristringimento fattone dalle colmate, ed all' interrimento del suo fondo, perchè possa esser capace di contenere le acque senza che si spandano sopra i terreni fruttiferi; cesserà la cagione delle sorgive, che insterilisconо i paesi più bassi; e finita che sarà l' universale bonificazione, rimettendo i fiumi ne' suoi alvei, correranno verso le foci più liberamente, e coll' opportuna velocità: nè saravvi chi patisca di scoli, potendosi derivare sempre l' acque da terreni rialzati nel padule inferiore; purchè da capo non si riassuma l' idea di colmare sregolatamente, nè si ristringa da vantaggio l' estensione del lago, rinovando i primieri disordini.

XX. Del resto, se potessero i nuovi fossi proposti in padule asciugare i poderi di Bellavista, si assicuri pure V. S. Illustrissima, ch' egualmente gli asciugarebbero i fossi antichi, che già vi sono, ed al più basterebbe ripulirli: il che con poche centinaja di scudi si potrebbe ottenere senza intraprendere una spesa così esorbitante, che per confessione di chi la propone sarà di 16 mila scudi, ma giungerà ancora a 40. mila se si fa bene il calcolo di circa diciotto in venti miglia di lunghezza di fossi, tra maestri, e trasversali ivi disegnati; e si paragoni al fosso di Migliarino, che non arriva a due miglia di lunghezza, e costò sopra 4. mila scudi, con tutto che ivi si dovesse scavare nell' arena, e quì nel padule, che molto più difficile rende l' opera, sì per l' acqua, che sempre vi geme come per la mota, che non si regge sulla sua scarpa, e franando riempie l' escavazione fatta.

XXI. Ma fingiamoci imbarcati già nella spesa, e con gran profusione di tesori si riduca finalmente a perfezione, che utile ne ricaveremo noi in ordine

dine allo scarico del padule, ed allo scolo delle campagne? Mi spiegherò con un' esempio. Se dalle porte di una Città assediata dovessero uscire con sollecitudine i difensori, o per fare una opportuna sortita, o per cedere la piazza a' nemici con una onorevole ritirata, che gioverebbe il fare da' guastatori abbatter le case per aprir nuove strade, le quali conducessero alle medesime porte? certamente non perciò si renderebbe più agevole, o più pronta l' uscita: perchè i soldati incamminatisi per le nuove strade, si affronterebbero con quelli, che si fossero avviati per l' antiche vie, ed affollandosi alle stesse porte, non le renderebbero più capaci di prima, sicchè nello stesso tempo ne potessero uscire in maggior copia. Così è appunto nel caso nostro. Tutta l' acqua, che si trova nel lago, o venga dalle campagne, che vi scolano, o da' fiumi, e rivi, che vi entrano, o dalle sorgive che vi pullulano, non può avere altro esito fuori del padule, se non per le Calle del Ponte a Capiano. Verso queste se ne incammina l' acqua per più canali, che in due gran rami si uniscono a mettervi foce: e questi sono in molti luoghi più profondi della soglia delle Calle, e se pure vi ha in qualche sito qualche interrimento di mezzo braccio d' altezza in circa, questo non impedisce il flusso dell' acqua, che per più braccia è superiore continuamente da pertutto al fondo più ripieno di questi canali: onde non resta in essi da verun dosso interrotta la superficie dell' acqua, come è manifesto, perchè si naviga da Bellavista fino alle Calle senza mai strascicare il navicello per terra. Che occorre dunque aprir nuovi canali per dar' esito all' acqua? si amplia per questo la luce delle Calle? si profonda la loro soglia? anzi si dichiarano nella loro Relazione, *che non si tratta oggi di variare l' emissario in minima delle sue parti, ma di lasciarlo nello stato, in cui fu costrutto*. Dunque o per due canali, o per dieci, o per mille si conduca l' acqua alle Calle, non perciò potrà uscire più presto, o in maggior copia di prima; onde è spesa superflua il tentare d' aprire più strade, se non si aprono ancora più porte, o non si dilata l' apertura all' antiche. E la ragione si è, perchè generalmente l' acqua, ch' esce da un emissario, è in ragione composta della luce di esso, e della velocità, di cui l' acqua è affetta nell' esito, la quale dipende dall altezza, da cui immediatamente l' acqua medesima deriva; che però se si facessero diecimila canali, o si ripulisse tutto il lago, sicchè fosse un canale solo in ogni sua parte tanto profondo, quanta è la profondità de' vecchi, e de' nuovi canali proposti; dovendo uscire l' acqua per la stessa foce non ampliata, nè abbassata più di quello, che si trovi al presente, non ne uscirà mai nello stesso tempo maggior copia di quella, che in oggi suole uscire, se con ciò non si aggiungesse velocità all' acqua medesima. Nè può per se stesso aggiungerle verun grado sensibile di velocità l' artifizio di multiplicare i canali, che la conducono al medesimo emissario, ma solo per accidente, cioè in quanto, sbarazzando gl' impedimenti di canne palustri, e giunchi, e cespugli sparsi per quel solo tratto del lago, che si vorrà scavare (che sarà per esempio la millesima parte della sua estensione) si sminuiscono d' una millesima parte le resistenze, che raffrenano alquanto il corso dell' acqua stessa. Il quale tenuissimo benefizio s' otterrebbe egualmente con ripurgare i fossi antichi, senza aprirne de' nuovi: ma ogn' uno ben vede, che ciò non può esser bastante al bisogno di V. S. Illustrissima, dovendo mantenersi frattanto le sue campagne inferiori di superficie al fondo, non che al livello dell' acque del padule; nulla giovando, che si profondi il fondo de' canali, se questi non possono presentarsi asciutti a ricevere l' acque di Bellavista, nè conservarsi arginati per ricevere solamente l' acque, che scolano da' suoi poderi; ma debbono riem-

riempirsi subito dall'acque, che da tutta l'estensione del padule v' entreranno dentro lateralmente; onde tanto sarà per V. S. Illustrissima, e pe gli scoli delle sue campagne, che i detti canali siano pieni d'acqua limpida, e chiara, quanto se pieni fussero, più che non sono al presente, di lezza, o di soda terra, come già dissi nella mia prima Relazione.

XXII. Forse diranno, che sebbene i nuovi canali saranno pieni d'acqua, come ora sono i canali vecchi, essa però non saravvi a tanta altezza; e basta, che non vi si alzi di livello più della superficie dell'acque stagnanti sopra de' suoi poderi, perchè V. S Illustrissima possa alzare le cateratte de' suoi scoli; e così dare l'esito a tutto l'umore peccante, che le infetta, e rende mal sana la sua Fattoria. In fatti tanta materia di terra, di canne, di giunchi, ed altri impacci, che si leveranno dal padule nel fare i nuovi fossi, e si trasporterà sopra le gronde di esso, disponendola a maniera di argini, certamente darà luogo a altrettant'acqua, che si abbasserà nella profondità di cotesti canali, onde si abbasserà il livello del lago. Ma di grazia qual proporzione averà la materia cavata con tutta la mole racchiusa dentro al padule? totalmente insensibile: perchè facendo il conto così all' ingrosso, suppongasi la larghezza del padule ragguagliatamente 3. miglia, e la larghezza della materia soda levata nel fare i nuovi canali costipata insieme sia di 9. braccia (che è pure assai) sarà dunque ciò, che si porta fuori del lago la millesima parte della mole, che ora lo riempie fra terra acque, giunchi, ed aggallati, che contiene. Per tanto riempiendosi di acqua dove prima erano le materie cavate dal lago, dovrà questo abbassarsi circa la millesima parte dell'altezza presente; cioè se il lago, ragguagliatamente ora è alto sei braccia, si abbasserà dopo fatti i proposti lavori per la grossezza d'un tollero. Faccia ora capitale V. S Illustrissima, se può, di questo grande avvantaggio, e vegga, se le torna il conto di comperarlo a costo di più migliaja di scudi, che potrebbero con più certo frutto altrove impiegarsi. Veramente disse bene il Signor Bernardo Trivisano Patrizio Veneto nel suo dotto, ed erudito Trattato della Laguna di Venezia pag. 113. *Si lascino dunque predicare a certuni le dispendiosissime escavazioni di grandi alvei, e lunghi canali; l'erezioni d'argini, e luoghi eminenti; il rimuover velme, ed altre opere più confacevoli al loro interesse, che giovevoli al pubblico bene: e si applichi solo ad ajutare le inclinazioni dell'acque*, le quali sono di andare al basso con tanto maggiore velocità, quanto è maggiore la lor caduta: al che non coopera punto la moltiplicazione de' canali, che debbono far capo allo stesso emissario di prima, e solo può giovarvi il rialzare, colmando unitamente i terreni, da cui si vuole, che scoli l'acqua in padule; giacchè nello stato presente si trovano quelli più bassi di questo, cagione de' disordini già di sopra considerati.

XXIII. Ma sento pur repilcarmi l'Achille inespugnabile degli oppositori, benchè bastevolmente già da me confutato nella prima Relazione pag. 10. cioè, che l'edifizio delle Calle, e la sua luce, la quale serviva 20. anni sono per emissario del lago, e scarico di tutte l'acque correnti al padule, non essendo stato variato, o alterato in minima delle sue parti; nè essendosi abbassato il piano delle campagne, che allora erano sane, ed asciutte data la comunicazione dell'acque tra l'uno, e l'altro estremo certo, e non variato, con levare i dossi intermedj, mercè l'escavazioni de' nuovi canali da farsi, non potranno far di meno l'acque di non scolare come prima, e così render sane, ed asciutte le medesime campagne, come erano per l'avanti. Ed io torno a negare il supposto, che repugna evidentemente all'evidenza del fatto; cioè, che vi siano dentro il padule dossi, i quali impe-

impediſcano la comunicazione dell'acque di ſopra con quelle di ſotto. Vi ſono ſolamente le cateratte degli ſcoli delle campagne di V.S Illuſtriſſima, che tenendoſi chiuſe, quando ſi vede l'acqua dalla banda eſteriore verſo il padule eſſere più alta di quella, che è dalla parte interiore de' campi allagati, impediſcono la communicazione dell'acque del padule con quelle de' poderi, acciocchè non ſi ſpandano maggiormente ſopra di eſſi. Ma quanto a' doſſi, che interrompano la ſuperficie dell'acqua del padule, è coſa notoria, che non vi ſono; e tanto l'ho provato io, quanto l'hanno provato gli oppoſitori medeſimi, navigando colla ſteſſa barca da un capo all' altro per tutto il Padule, ſenza mai fare traghetto da un navicello in un' altro per l'interpoſizione de' doſſi, che chiudeſſero il varco all' acqua, ed interrompeſſero la navigazione. Se dunque, ciò non oſtante, l'acque da un eſtremo all' altro non così felicemente ſcolano, come 20. anni addietro, biſogna, che non baſti l'eſſerſi mantenuto invariato l'uno, e l'altro termine, e conſervataſi ſufficientemente la comunicazione non interrotta dall'uno all'altro, perchè poſſano l'acque egualmente bene ſcolare. E convien concludere, che in oltre vi ſi richieda la ſteſſa velocità di prima, perchè con eguale felicità poſſano avere il ſuo ſcarico; ma queſta è ſtata molto variata, divertendo i fiumi influenti alle colmate irregolarmente fatte dentro il padule, e ſmorzando in eſſi quel grado d'impeto, con cui entrando nel lago avvivavano tutte l'acque di eſſo, ſpingendole verſo le Calle; adunque non ſerve a nulla l'eſſerſi conſervata fra l'uno, e l'altro eſtremo la ſteſſa caduta. E la ragione a priori ſi è, perchè ſul medeſimo declive poſti due mobili, l'uno affetto da maggiore velocità, l'altro da minore, certamente lo ſcorreranno in tempi diverſi. Ora quì non trattandoſi di fare, che l'acque poſſano aſſolutamente derivarſi dalle campagne, ſopra di cui ſtagnano, fino alle foci del lago (al che ſenza dubbio baſterebbe qualunque minima declività) ma di farvele ſcolare ſpeditamente, cioè con tale velocità, che in un dato tempo eſca dalle foci del lago maggior copia d'acqua di quella, che vi entra dentro, altrimenti ſe è eguale la copia di ciò che ſe ne ſmaltiſce per le Calle a quella, che da fiumi influenti, dagli ſcoli, e dalle ſorgive ſi ſomminiſtra, ſtarà il padule nel medeſimo grado: e ſe è minore l'uſcita dell' entrata, ſi avanzerà ſempre l'inondazione, al che biſogna neceſſariamente, che la velocità media dell'acque nell'emiſſario alla media velocità de' fiumi influenti (per tener conto ſolamente di queſti) abbia maggior proporzione, che viceverſa il compleſſo di tutte le ſezioni degl' influenti alla luce dell'emiſſario. Ma ritardando gl' influenti col divertirli a colmare, creſca la miſura delle ſezioni loro, ſecondo la dottrina ſopraccennata del Padre Caſtelli; e però creſca la ~~propoſizione~~ [proporzione] di eſſe verſo la luce dell'emiſſario mantenutaſi la medeſima; dunque converrebbe, che molto più creſceſſe nel preſente ſtato la velocità dell'acqua nell' emiſſario ſopra quella, che hanno le acque influenti, di quello creſceſſe nello ſtato primiero atteſo il declive del lago verſo le Calle; e però non baſta altrimenti la medeſima caduta di prima, anzi vi ſi ricerca maggiore; onde ſi dimoſtra la neceſſità di rialzare le campagne, perchè abbiano felice lo ſcolo nel padule.

XXIV. Si aggiunge, che quando ancora entraſſero in oggi nel lago i detti influenti colla ſteſſa velocità, ſe il letto della Guſciana, per cui deono l'acque del padule ſcolare in Arno, aveſſe frattanto perduta la ſua ſufficiente declività, ciò baſtarebbe a trattenere l'acque dentro il ricinto del lago medeſimo, raffrenandone l'impeto, e ſorreggendole in parte, e così rendendo inutile la conſervazione di quel declive, che ſi ſuppone mantenuto

nuto dalla ſuperficie delle campagne alla ſoglia delle Calle. Ora ſi vegga' ſe noi ſiamo nel caſo sì, o nò. Il celebre Ingegniere Giuliano Ciaccheri in una ſua Relazione degli 11. Maggio 1675. ponderando quattro cagioni, che allora vi erano dell' inondazione d' alcuni beni poſti alle gronde del padule, annovera fra queſte in quarto luogo la poca pendenza del letto della Guſciana, in cui quando Arno ancora è ſcarico, ed il lago aſſai alto, nell' aprire le Calle, immediatamente ſotto le medeſime ſi livella l' acqua coll' altezza del padule, per non avere il fondo di queſto foſſo proporzionata caduta in Arno; avendo eſſo Ciaccheri oſſervato, che in quel tempo non vi erano, ſe non circa braccia cinque di declive in miglia ſette di lunghezza; ma quanto ſarà ora peggiorato queſto declive per lo continuo rialzamento del fondo di Arno in 43. anni ſcorſi dal tempo dell' accennata Relazione? io non credo, che giunga più nè meno a due braccia; anzi vi è qualche oſſervazione, che pare ci perſuada, eſſerſi ridotta tutta quella caduta a pochi ſoldi, mentre Arno ringorga in ogni piena mediocre fino alle Calle, e giunge alla creſta della peſcaia del Ponte a Capiano; anzi nella piena ſtraordinaria del 1709. arrivò ad un ſegno più di 3. braccia ſuperiore alla medeſima creſta, e circa otto braccia più alto del fondo della Guſciana alle Calle, quando nello ſteſſo tempo alla caſa del Navaleſtro vicina all' eſito di queſto fiume in Arno, la medeſima piena toccò un ſegno più alto del fondo d' Arno braccia otto, ed un terzo. Qual capitale dunque può farſi dell' aſſerta manutenzione d' ambi gli eſtremi, cioè della ſuperficie delle campagne, e delle foci del lago nel medeſimo ſtato di prima, quando vi è un deterioramento così notabile nel canale, che dee traſmettere l' acque di eſſo lago nel ſuo recipiente reale, che è Arno?

XXV. E poi, come già ſi è accennato, queſta tal quale pendenza, che può eſſervi dalla ſuperficie delle campagne alla ſoglia delle Calle del padule, non è, nè giammai è ſtata ſufficiente per ſe ſteſſa a far correre ſpeditamente l' acque al ſuo termine, conforme il biſogno; anzi io trovo, che in ogni tempo dagli abitatori della Valdinievole ſi ſono fatte gravi querele, ed iſtantiſſime rimoſtranze del poco declive, che avevano l' acque di queſto lago, per avere l' eſito felice dalle ſuddette Calle del Ponte a Capiano. Ed il prenominato Ingegniere Ciaccheri nella citata Relazione, fra le cagioni dell' allagamento de' beni adiacenti al padule annovera in ſecondo luogo la poca pendenza del fondo ne' canali, per cui dovrebbe il padule ſmaltire le ſue acque; e circa queſto afferma ben due volte, *eſſere un male a ſuo giudizio inevitabile, e che non vi ſi può apportare rimedio alcuno*; onde al parere ancora di queſto architetto, biſogna, che l' apertura di nuovi foſſi non ſia da ſtimarſi opportuno rimedio, perchè non è veriſimile, che non gli ſovveniſſe, o non voleſſe indicare un ripiego giudicato così facile, ed ovvio da' ſuoi diſcepoli, ſe in qualche maniera creduto lo aveſſe giovevole a riſanare le campagne inondate. Che ſe non era a propoſito allora un tale rimedio, molto meno lo ſarà adeſſo, che il male è a diſmiſura creſciuto per le colmate maggiormente promoſſe, col riſtringere più che mai la capacità del lago, e raffrenare ſempre più la velocità dell' acque influenti, ſenza avere accreſciuto quel meſchiniſſimo declive, che poſſono avere le campagne ſulla ſoglia del più profondo callone de' navicelli, il quale da ſe non è baſtante a un gran pezzo per promuovere il corſo dell' acque torbide, ſe non vi giungono già affette di qualche ſenſibile velocità; nel qual caſo potrebbero felicemente ſmaltirſi ancora per un piano totalmente orizzontale. E quì ſi può avvertire, che il contraſſegno addotto dagli au-

tori della Relazione a noi contraria, per confermare l'esistenza de' supposti dossi, da' quali venga interrotto il corso dell'acqua del padule, fondandosi nella famosa sperienza di avere tenute serrate per 24 ore le Calle, ed aperte poscia le due sole, che mandano l'acqua al mulino, i rotoni di questo poterono appena lentamente girare; *e pure*, il che da essi viene notato, come se fosse un gran prodigio da maravigliarsene in tali circostanze; *le campagne superiori erano, come tuttavia sono, sommerse, ed ingombrate dall' acque*: tale contrasegno, dico, non prova già l'intento loro, ma al più, quando sia vero, che seguisse senza alcuno artifizio, o manipolatura, ciò, che asseriscono, dimostrerebbe giustamente quello, che andiamo dicendo, cioè, che il declive del padule è tanto scarso, e l'acque in esso influenti, mercè la loro diversione alle colmate, e la protrazione della loro linea dentro al padule, hanno così perduta la loro velocità, che molto stentatamente, e con languido moto possono far girare le ruote; nè occorre darne la colpa alle ripienezze del padule, dalle quali non essendo discontinuata l'acqua, che pe' soliti canali si porta alle Calle, nè diminuita la sua pendenza, non può essere scemata notabilmente la sua velocità, siccome non può esserle accresciuta dallo scavamento de' canali proposti.

XXVI. Resta ora, che si consideri, se altro rimedio potesse proporsi per asciugare i beni inondati intorno al padule, giacchè il cavamento de' nuovi fossi viene dimostrato inutile, ed il ricolmare i terreni rimasti bassi è giudicato difficile ad ottenersi. E veramente a prima vista parrebbe, che il più naturale, ed opportuno ripiego per sanare tutte le campagne, che sono alle gronde del padule, anzi per ricuperare molto paese dentro il ricinto di esso asciugandolo, sarebbe l'abbassare le Calle, o piuttosto toglierе via affatto tutto l'edifizio, e lasciare scorrere giù liberamente tutta l'acqua; ma facendovi più matura riflessione, si trova, che ciò non comple per più capi.

XXVII. Primieramente, perchè ciò sarebbe di pregiudizio alle campagne inferiori adiacenti al fosso della Gusciana; onde si sveglierebbero le antiche gare tante volte insorte per l'addietro fra le comunità del Valdarno di sotto, e quelle della Valdinievole, per cui tante volte si è rifatta, o rialzata la pescaia, e tante volte è stata demolita, o abbassata, secondo le vicendevoli rimostranze di questi popoli, che alternativamente prevalevano per la conservazione, o distruzione del lago. Che però se il passato può dare indizio del futuro, poco durevole riuscirebbe questo rimedio, e presto ritornerebbero in campo gli antichi motivi di rimettere al pristino stato le cose, come tant'altre volte è riuscito di fare. Per fino del 1279. la Repablica di Lucca fece comprare a' Comuni di Valdinievole allora suoi sudditi, tutti gli edifizi, ed ostacoli, che quei di Vald'arno avevano sull' Usciana per 2200 fiorini, insieme col letto di esso fiume; ordinando, che per l'avvenire non si potesse più edificarvi cosa alcuna sotto gravissime pene. Ma del 1339, venuta la Valdinievole sotto il dominio della Signorìa di Firenze, a cui pochi anni avanti erasi già soggettato Fucecchio con gli altri castelli di Vald'arno, furono rifatti tutti gli edifizj sul Ponte a Capiano, e frenato come prima l'esito al padule. Del 1347. alle querele della Valdinievole diede ordine la Repubblica Fiorentina, che si disfacessero detti edifizj, nè più si rimettessero in piedi; ma poco durò nel suo vigore il divieto, e furono di lì a non molti anni riedificati. Perlochè di nuovo querelandosi quelli di Valdinievole, ottenuto da Monsig. Antonio Adimari Vicario di Pescia, a cui la Repubblica avea rimessa la causa, rescritto favorevole, che si abbattessero da que' di Vald'arno tutti gli ostacoli ap-

posti

poſti al fiume Uſciana, e che i communi di Valdinievole depoſitaſſero 400. ſcudi d'oro per compenſare il danno de' medeſimi edifizj: ma non ebbe ciò eſecuzione, che del 1370. per autorità di 3. Commiſſarj mandati appoſta di Firenze ſul luogo per aggiuſtare queſte differenze, come fecero, approvando quanto era ſtato deliberato. Ma del 1394 in occaſione della guerra inſorta tra' Piſani, e la Repubblica Fiorentina ottennero quei di Valdarno licenza da' Signori Otto di Guardia di rifare i loro edifizj, e fortificarli bene. Nel 1400. ricorſero le Comunità di Valdinievole all'Uffizio della Torre; da cui fu giudicato doverſi detti edifizj ſpiantare da' fondamenti, nè aver potuto gli Otto di Guardia dare licenza di fabbricarli contro il divieto del 1347. fatto dagli Eccelſi Signori, non avendo quelli facoltà di derogare alla deliberazione di queſti; ma ſempre contradiſſero que' di Valdarno, finchè del 1411. fatto compromeſſo d'ambe le parti nell' Uffizio degli Otto, cui la Signorìa commeſſe di aggiuſtare tutte le differenze, fu ſentenziato doverſi rimuovere ogni oſtacolo, e demolire da' fondamenti tutti gli edifizj, dando licenza a quelli di Valdinievole di ſpiantarli, ed ordinando a quelli di Valdarno di non opporſi: come fu eſeguito nel 1412 al tempo di Arrigo di Meſſer Coluccio Salutati. Poco ſtettero que' di Valdarno a riaſſumere i ſoliti edifizj; perchè avanti il meſe di Settembre del 1428 vi erano con una peſcaia, che in detto tempo fu demolita, come ſi accenna in una deliberazione fatta da' Priori, e dal Gonfaloniere della Repubblica Fiorentina co' dodici buoni Uomini del Comune di Firenze agli otto Marzo 1435 in cui ordinano, che per aver copia di peſce, come vi era abbondanza di pane, vino, olio, e carni per comodo della Città, e ſuo dominio, ſi debbano deputare cinque Uffiziali del lago del numero de' Cittadini di Firenze, Popolari, e Guelfi, uno per quartiere per il membro delle 14. Arti minori, che ſiano riputati a ciò idonei, i quali ſiano tenuti di fare alzare una peſcaia nel fiume Guſciana preſſo a Fucecchio, perchè ivi ſi faccia un lago al luogo detto Ponte a Capiano, con calcina, ghiaia, mattoni, pali, ec. conforme è la peſcaia de' Frati d'Ogni Santi di Firenze, di groſſezza, e larghezza opportuna al biſogno, più alta però un braccio, e mezzo almeno di quel che fuſſe dell'anno 1428., cioè ſopra il ſegno d'una pietra murata nella torre del Ponte a Capiano per ſegno dell' altezza della prima peſcaia: e di più fare un'argine lungo il fiume Guſciana per la pianura di Fucecchio dalla peſcaia ſuddetta verſo i monti di Cerreto, che diceſi eſſere di lunghezza d'un miglio, o poco meno, alto ſopra la pianura almeno due braccia, e mezzo, e largo quanto biſognaſſe per la conſervazione di detta opera, con una foſſa appreſſo l'argine verſo la pianura di Fucecchio, come loro pareſſe eſpediente: obbligandoli in oltre a far fare ſopra la medeſima peſcaia un edifizio di ſega ad acqua per ſegare i legni de' Conſoli di mare del Comune di Firenze, per fare nuovi baſtimenti, o riparare gli antichi, e per ſegare qualunque legno occorreſſe: Ma del 1447. fu abbaſſato il lago circa un braccio, e mezzo; onde del 1471. li 23. Agoſto fu ordinato da' Signori Dieci Uffiziali dell'accreſcimento dell'entrate, agli Uffiziali di Grascia, che faceſſero rialzare di nuovo la ſteſſa peſcaia alla primiera altezza, col ſolo motivo, che quanta più acqua è nel lago, tanto maggiore, e miglior copia di peſci vi dee eſſere. Ma lo ſteſſo anno a 19. Settembre, eſſendo ricorſi quelli di Valdinievole, fu annullata detta provviſione, anzi ordinato, che ſi demoliſſe, quanto ſi era accreſciuto alla detta peſcaia. Del 1515. a dì 21. Luglio le Comunità della Valdinievole donarono (per quanto loro ſi aſpettava) a Madama Alfonſina Orſini vedova dell' Eccellentiſſimo Signor Piero di Lorenzo de' Me-

Medici, e suoi eredi tre quarti de' terreni, che si ricuperassero facendo abbassare il lago rimanendo un quarto a' detti Comuni; la quale donazione fu confermata il dì 19. Agosto dal Consiglio di Fucecchio, ed altri Interessati, approvando, che a suo beneplacito la detta Signora cercasse di asciugare il lago; siccome a dì 27. Settembre del medesimo anno se ne ottenne dal Magistrato degli Spettabili Riformatori della Repubblica Fiorentina favorevole deliberazione, che si dovesse rimuore tutta l' aggiunta fatta al lago in progresso di tempo, lasciandovi però il ricinto del letto antico; decretando, essere ciò più utile, e più salutifero al pubblico, ed al privato, che non era l'ampiezza, con tanto studio già procurata di quel padule colle sue nebbie molto dannoso a' frutti, ed agli ulivi non solo della Valdinievole, ma ancora di tutto il Valdarno. Onde la suddetta Signora fece molti tentativi per ristringere il lago, ed acquistare molti effetti dentro il medesimo, coll' autorità ancora della Repubblica, che le aveva vendute le sue ragioni colla convenzione dello sborso di certo prezzo. Ella fu, che fece fare intorno al lago un fosso molto largo, e profondo con argini forti difeso (che poi fu detto *il Fosso di Madonna*) per riguardare, e riprimere dall' acqua i beni fuori del lago, quando l'acque fossero crescenti, e conservarli asciutti; e fece votare, ed allargare per molto tratto il letto dell' Usciana; ciò, che contribuì qualche cosa all' abbassamento dell' acque. Ma pervenuto il dominio del lago nel Gran Duca Cosimo I. volle del 1549. ristorarlo, ed alzarlo più che mai fosse stato per lo passato, e ne fu commessa la cura agli Uffiziali di Grascia il dì 26. Febbraio di detto anno 1549. (che allo stile Romano torna del 1550.) e sopraintese all' edifizio della nuova pescaia Maestro Davitte di Raffaello Fortini, celebre Ingegniere di que' tempi: ma poco dopo ricorrendo le Comunità di Valdinievole, il medesimo Gran Duca fece abbassare la pescaia un braccio. Indi dal Gran Duca Francesco ottennero le medesime Comunità, che si abbassasse la detta pescaia un altro braccio; ma le Comunità di Valdarno si opposero, e dal medesimo Gran Duca impetrarono, che di bel nuovo si rialzasse la pescaia quelle due braccia, che le si erano scemate, riducendola all' altezza primiera; e susseguentemente fece S. A. terminare, e confinare il lago con una fossetta, per troncare le liti, che insorgevano per varie pretensioni de' particolari.

XXVIII. Questa incostanza di risoluzioni tanto opposte non mi lascia dubitare, che poco durevole sarebbe il ripiego di abbassare la pescaia del Ponte a Capiano, e dare libero l' esito all' acque: avendo noi così lunga sperienza degli avvenimenti passati, che ci dimostrano [checche siasi di ragione] aver sempre di fatto prevaluto il partito di que' di Valdarno per mantenere alto, ed abbondante di acque il padule, e non lasciarsi venire addosso l' affluenza di quell' acque; e questo è il primo capo, per cui non la consiglio a promuovere questo partito.

XXIX. Il secondo capo si è, perchè ad ogni modo è tanto scarso il declive della Gusciana in Arno, che aggiunto alla caduta delle campagne di V. S. Illustrissima sopra le Calle non le darebbe il vantaggio di più felice scolo; non potendosi far capitale, che di braccia 3. di caduta in circa per la lunghezza di miglia 13., e un quarto: ciò, che non arriva nè meno a un terzo del declive, che aveva la Gusciana al tempo della Relazione del Giaccheri, il quale da lui fu giudicato ad ogni modo troppo scarso al bisogno.

XXX. Il terzo si è l' interesse del Principe, e del Pubblico, cui non si dee pregiudicare, privandolo della rendita, e del comodo, che si trae del-

della pesca di questo lago, che condisce un gran tratto di paese di questo felicissimo Dominio.

XXXI. Il quarto finalmente si è, perchè non potendo riuscire di asciugare tutto il lago, è meglio, che si mantenga fresco, ed abbondante di acque per salubrità dell'aria, la quale potrebbe infettarsi da' cattivi vapori, ch'esalerebbero dall'acque morte, le quali rimarrebbero quà, e là discontinuamente in varie lame stagnanti. Si osservi ciò, che racconta Giovanni Villani nel Libro IX delle sue Cronache al Cap. 303., che l'anno 1325. [nel qual tempo non vi erano i ritegni del lago, stati già demoliti dalle Comunità di Valdinievole] preso che fu Monte Falcone da' Fiorenti, entrò nel loro esercito un male Epidemico *per lo dimoro che avevano fatto suso la Gusciana*: mercè i cattivi vapori, che ch'esalavano dall' acque morte del vicino padule. Per tutti questi motivi non approverei, che il lago si disfacesse con lasciargli l'esito libero, concorrendo pienamente col parere prudentissimo del Gran Duca Cosimo I. (non Cosimo II., come erroneamente sta scritto nella Relazione degli Oppositori) il quale oltre l'iscrizione Latina, che fece porre nell'edifizio del Ponte a Capiano, addottasi nella mia Relazione, come in quella degli Avversari, vi fece mettere di contro ancora quest'altra volgare, perchè da tutti potesse essere intesa.

COSIMO MEDICI DUCA DI FIRENZE
HA RIFATTO QUESTO LAGO DA' FONDAMENTI
PER BENEFIZIO PUBBLICO;
E NON SIA CHI LO DISFACCIA PIU'
CON ISPERANZA D' ACQUISTARE COMODO A' PAESE:
SAPPIENDO, OGNI VOLTA CHE SIA DISFATTO,
ESSERSI PERDUTO DI SOTTO L' USO DELLA TERRA,
DI SOPRA DELLA PESCAGIONE,
SENZA ACQUISTO ALCUNO.

XXXII. Se però si tenessero aperte continuamente le Calle ne' tempi più proprj, cioè l'Inverno, quando vi è bisogno maggiore di scaricare la gran copia dell'acque, di cui abbonda, ciò cagionerebbe qualche piccolo sollievo; ma il vero, e reale rimedio, e più opportuno per risanare stabilmente le sue campagne, non è altro che il già tante volte mentovato, di rialzare colle colmate regolatamente il piano de' suoi poderi, e con questo solo concludo la presente Relazione, uniforme a quanto le scrissi nell' altra, non suggerendomi la poca perspicacia verun' altro ripiego confacevole al suo bisogno: onde con tutto l'ossequio mi confermo.

Di V. S. Illustrissima

Pisa 1. Febbraio 1717. ab Inc.

Dev. e Obblig. Servitore.
D. Guido Grandi.

RELAZIONE
DELLE OPERAZIONI FATTE CIRCA IL PADULE DI FUCECCHIO
Ad istanza degl' Interessati,
E riflessioni sopra le medesime
DEL
P. ABATE GRANDI
A GL' ILLUSTRISSIMI SIGNORI
GIUDICI DELEGATI
SOPRA IL MEDESIMO PADULE.

ILLUSTRISSIMI SIGNORI.

I.

Tenore del Decreto delle Signorie loro Illustrissime del dì 7. Marzo 1717. ab Incarnazione, essendo io infrascritto stato prescelto da' Signori Interessati per assistere alle livellazioni, e scandagli da farsi circa il suddetto padule, e sue attinenze, o dipendenze, mi portai col beneplacito di S. A. R. sulla faccia del luogo, ove in presenza di que' Deputati che vollero, o poterono intervenirvi per parte degl' Interessati medesimi, e coll' assistenza d' altri periti, si diede principio il dì 20. Marzo alle operazioni, che si giudicarono opportune, le quali ora saranno da me prima istoricamente riferite, per farvi poi sopra quelle riflessioni, che da tutte insieme le circostanze del fatto risulteranno a pro della causa importantissima, di cui qui si tratta.

II. Principiando adunque da' luoghi più baſſi della campagna, e margine del padule più rimoto dalle ſue foci, ſi andò all'argine, che difende il pode e lavorato dal Lunardelli nella Fattoria di Bellaviſta, dal padule adiacente; e piantato ſopra detto argine un livello a doppio canocchiale in altezza di braccia 2. 6. 8, ſi traguardò ad uno ſcopo poſto ſul piano della campagna; la di cui ſuperficie rimaſe ſotto l' orizzontale braccia 5. 19. 6., e traguardando ad un altro ſcopo poſto ſul fondo del foſſo, che ſerve di ſcolo delle campagne, ſi trovò queſto eſſere ſotto la detta orizzontale br. 6. 18 0, eſſendovi in eſſo braccia 0. 19. 0. di acqua; e dall'altra parte mirando allo ſcopo, che ſi era poſto ſul fondo del padule, riuſcì queſto ſotto la medeſima orizzontale braccia 4. 17 5., ed un'altro ſcopo collocato ſul fondo più baſſo dello ſcolo del medeſimo padule ſi trovò braccia 6 6. 4 ſotto la predetta orizzontale; eſſendovi di acqua braccia 0. 9. 4., dal che riſulta, eſſere il piano della campagna in quel ſito più baſſo del fondo del padule braccia 1. 2. 1., ed il fondo del foſſo, che ſerve di ſcolo a' poderi eſſere più profondo di quello dello ſcolo del padule braccia 0. 11. 8, ed il pelo dell'acqua ſtagnante nel foſſo della campagna eſſere braccia 0 2. 0. più baſſo del pelo dell' acque del padule, e conſeguentemente la ſomma eſcreſcenza del padule nelle maſſime piene, che giungono a bagnare l'orlo degli argini obbligando talvolta i paeſani ad accorrervi per impedirne co' ſoprallogli il trabocco. reſtava ſuperiore al piano della campagna per braccia 3. 12 10 come può vederſi dal profilo ſegnato A, che dimoſtra queſta operazione riferita al ſito ſegnato con ſimile lettera A nella pianta, che ſi da anneſſa alla Relazione preſente.

III. Per meglio aſſicurarmi della verità di queſto paragone, feci fare in ſito poco diſtante, ſegnato colla lettera B nella pianta la livellazione eſpreſſa nel profilo ſegnato con ſimile lettera B, adoperandovi un livello ad acqua, e fu riconoſciuto quel piano di campagna, che allora fu ſcielto, eſſere ſotto l'orizzontale braccia 6 2. 10. quando il fondo del padule contiguo riuſciva ſotto detta orizzontale braccia 4. 14 3., onde quello era più baſſo di queſto braccia 1 8. 7. ſiccome il fondo maggiore dello ſcolo del padule rimanendo ſotto detta orizzontale braccia 6 2 6, ed il fondo del foſſo, che ſerve di ſcolo alla campagna eſſendo ſotto la medeſima orizzontale braccia 7. 6 6 reſtava queſto più baſſo di quello braccia 1. 4. 0., e perchè nel luogo del padule ivi eſaminato vi era d' acqua braccia 0 9. 8., e nel foſſo della campagna braccia 1. 3 8.; ſi raccoglie eſſere il pelo dell' acque del padule mezzo braccio ſuperiore al pelo dell'acqua del foſſo, ed alla ſuperficie medeſima della campagna, che in quel luogo ne reſtava leggiermente bagnata, ed era inferiore all'argine, o al ſito della ſomma eſcreſcenza del padule per braccia 3. 16. 2.

IV. Con metodo ſimile ſi fecero poſcia all'argine della ragnaja due altre livellazioni col canocchiale, e coll'acqua, le quali non voglio ſtar quì minutamente a deſcrivere, potendoſi vedere l'operato eſpreſſo ne profili ſegnati C, e D corriſpondenti a' luoghi contraſegnati di ſimil lettera nella pianta: ma ſolamente ne accennerò il riſultato per non attediare con ſoverchia lunghezza i leggitori: e lo ſteſſo praticherò nell'operazioni ſeguenti. Dico adunque che quì nella livellazione C ſi trovò il piano della campagna braccia 0. 4. 11. inferiore al fondo del padule, e queſta braccia 2. 8 8. ſotto l'argine, che moſtra il ſegno delle maſſime eſcreſcenze; ma nel luogo D era il piano della campagna più baſſo del fondo del padule braccia 0 6 6., e dall'argine braccia 2. 14. 6. e del ſegno, a cui giungono, le piene ordinarie indicato dal pacciame depoſto ſulla ſcarpa dell' argine, braccia 1. 12. 10.

V. Quindi inoltratici in faccia alla ſtrada del Cappelli, ſi fece la livellazione F, corriſpondente al luogo ſegnato F nella pianta, da cui ſi riconobbe il piano di campagna più baſſo del fondo del padule braccia o. 10. 10., e del ſegno dell' eſcreſcenze mediocri braccia 1. 14. 4., e delle ſomme eſcreſcenze braccia 2. 8. 2.

VI. Succeſſivamente andando ſull'argine del podere del Caſino vicino al Capannone, ſi vide la campagna in tempo così aſciutto, quale è ſtato il preſente, allagata d'acqua in altezza di braccia o. 17. o. reſtando il piano della campagna inferiore al fondo del padule per braccia o. 16. 6., e del ſegno delle piene mediocri per braccia 2. 7. 6., e delle ſomme eſcreſcenze per braccia 3. 10. 10. come ſi riconoſce dal profilo ſegnato H, corriſpondente al luogo ſimilmente ſegnato di eſſa lettera H nella pianta.

VII. Appreſſo avanzandoci al luogo ſegnato I nella pianta fra il Capannone, e l'angolo dell' Anchione, ſi trovò livellando come nel profilo I, il piano della campagna inferiore al fondo del padule di braccia o. 13. 8., e del ſegno delle piene ordinarie braccia 1. 13. 4., e delle ſomme eſcreſcenze braccia 3. 1. 10.

VIII. Voltando poſcia il viaggio lungo il foſſo alle Saliche ſi fece la livellazione del piano di campagna del podere della Spina col fondo del padule del Cerro, dove ſono diſegnate nuove colmature da continuarſi coll' antiche fatte nella Fattoria d'Altopaſcio in faccia a quella di Bellaviſta. Veggaſi la pianta alla lettera L, ed il profilo ſimilmente contraſſegnato con detta lettera: da cui riſulta, eſſere il piano di campi in detto podere della Spina dirimpetto alla caſa del contadino, inferiore al fondo del padule del Cerro braccia 1. 10. o. ma quanto all'ordinaria, o alla ſomma eſcreſcenza, non ſi è potuto raccogliere di quanta altezza ſuperi la ſuperficie della campagna, eſſendo l'argine ſoggetto ad eſſere ſopraffatto da qualunque ordinaria eſcreſcenza del padule. Oltre a ciò, eſſendoſi fatta circa 20. pertiche ſuperiormente altra livellazione nel luogo dimoſtrato dalla pianta alla lettera M, ſi trovò il piano della campagna inferiore al fondo del detto padule braccia 1. 9. 2., come appariſce dal profilo ſegnato altresì di lettera M.

IX. A queſte livellazioni, colle quali ſi circondò la parte infima della Fattoria di Bellaviſta contingua al padule, ſi aggiungano le tre livellazioni fatte già nel meſe di Maggio del 1715 ne ſiti intermedj, e riferite nella mia prima Relazione pag. 672. e riportate quì ne' profili contraſſegnati dalle lettere E, G, K, corriſpondenti ad altre ſimili ſegnate nella pianta ne' proprj luoghi; dalle quali riſultò eſſere l'acqua ne' campi alla ragniaja braccia o. 9. 10. inferiore al pelo dell'acqua del padule nel luogo E; e che il fondo de' campi alla via de' Mariani nel ſito G era inferiore al fondo del padule braccia o. 18. o., e che all' angolo dell' Anchione la ſuperficie dell'acqua ne' campi in ſito K riuſciva inferiore al pelo dell'acqua del padule braccia o. 9. 6., ma il piano della campagna era ſotto al fondo del padule braccia o. 14. 6., ed averemo in queſte dodici livellazioni altrettanti teſtimonj conteſti, ed uniformi in concludere la baſſezza della Fattoria di Bellaviſta riſpetto al continguo padule, e l'impoſſibilità di ſcolarvi, ſe non viene rialzata, colmando anch'eſſa come altre volte ho propoſto, e da tant' altri prima di me fu ſeriamente conſiderato, come nella mia Relazione ſeconda num. 3. e 4. Ma non eſſendo quì tempo di fermarci ſu queſte rifleſſioni, ſolamente avvertirò, che facendo un ragguaglio delle più alte, e delle più baſſe campagne della ſuddetta Fattoria, ſi trova eſſere ragguagliatamente, cioè l' una per l' altra inferiori al fondo del padule di brac-

braccia o. 18. 9., e passerò a riferire l'altre operazioni richieste da varj altri Interessati.

X. Il dì 21. si andò dal Capannone alle Calle del Ponte a Capiano, navigando per mezzo al padule, e piantando per istrada varj pali, con farvi una intaccatura per riconoscere la variazione al ritorno. Si fecero di mano in mano varj scandagli dell'altezza dell'acqua medesima, e primieramente avanti d'arrivare alle Guasticce in faccia a Sara Nuova si trovò una profondità di braccia 3. 5. o. Agli Strozzi di braccia 4 o o. In bocca delle Guasticce altrettanto; indi in bocca a' Pierucci braccia 4 15. 1 e poco sotto braccia 5. 5. o., indi nel sito, dove già era il Chiaro, braccia 3. o o, ed al principio del canale Gelsino, dove s'incontrò la minima profondità, si ebbe l'altezza di braccia 1. 13. 4 e più sotto braccia 2. 3 6. I quali scandagli ragguagliati l'uno per l'altro ci danno braccia 3. 10. 2. di profondità.

XI. Nell'ingresso del canal grande, in cui si ristringe tutta l'acqua del padule, e si porta unita alle Calle, misurossi la velocità, con cui l'acqua visibilmente correva all'ingiù; fu riconosciuta esser tale, che in sei battute di polso, o minuti secondi, correva un braccio di spazio; e misurando ancora la larghezza di detto canale fu ritrovata di braccia 12. in circa; sicchè dove si stende l'acqua nell'ampiezza del padule, che sarà largo sopra due miglia, dovendo essere le velocità reciproche delle sezioni, o delle larghezze in pari altezza, si raccoglie dovervi essere una velocità quasi insensibile, e tale, che a passare un braccio di spazio richiegga almeno 2005. minuti secondi: cioè che in un'ora l'acqua non anderà un braccio, e mezzo lontano.

XII. Giunti alle Calle trovammo, che allora aprivasi il callone maestro per varare certi navicelli dalla Gusciana nel padule; essendo avanti aperto una sola delle Calle, cioè la più remota dalla pescaia: e qui si osservò che il rotone girava con velocità assai notabile; ed interrogato il mugnajo, quanto macinasse quel mulino in un'ora, rispose, che averebbe fatte sei staja; ma se fussero state chiuse le Calle per 24. ore avanti, ne averebbe macinate ancora diciotto: tanto è vero, che la sperienza addotta *ex adverso* dovette fondarsi sopra qualche equivoco, o alterarsi per qualche artifizio de' ministri bassi, e che però apparisse contraria a ciò, che la sperienza, e la ragione ci detta, che dovesse succedere, come nella mia seconda Relazione accennai al numero 25.

XIII. Feci poi misurare l'altezza d'un segno di massima escrescenza notato sopra la pescaia con queste parole A DI PRIMO MARZO MDCCIX. ed era alto sopra la cresta della pescaia braccia 3. 10. o., essendo detta pescaia più alta della soglia del callone maestro braccia 3. 13. o. sicchè da quel segno alla soglia della calla vi erano braccia 7 3. o., e perchè questa è sopra il fondo della Gusciana poco sotto alle Calle braccia 1. 5. o., resta il suddetto segno sopra quel fondo della Gusciana braccia 8. 8. o.

XIV. Quindi facendo istanza a' ministri, che si tenessero serrate per ventiquatr' ore, o poco più tutte le calle a fine di livellare il padule, e fare altre osservazioni opportune (ciò che non poteva essere d'alcun pregiudizio per essere l'acque nel padule bassissime, e magri di acqua i fiumi influenti per la lunga, e continua siccità della stagione) non si potè per allora ottenere la grazia; onde c' imbarcammo per ritornare al Capannone, in tempo appunto, che dopo d'essersi varato un altro navicello oltre il primo suddetto, chiudevasi il callone maestro; ed osservammo, che ne' pali contrassegnati vicino alle Calle era calata l'acqua un mezzo

 brac-

braccio sotto l'intaccatura fattavi alla nostra venuta, nel poco tempo di 3. ore in circa, che ci eravamo fermati al Ponte a Capiano; ma ne' pali posti in maggiore lontananza andava di mano in mano diminuendo cotal differenza, finattanto che, passato il Chiaro, nel concorso del Canale che va al Terzo con quello, che va al Capannone di Bellavista, rendevasi affatto insensibile l'abbassamento, ritrovando il pelo dell'acqua alla medesima intaccatura di prima.

XV. Il dì 22. si andò ad un campo del Signor Cavaliere Marzichi, posto nel comune di Montecatini, luogo detto il Fornaccio, segnato nella pianta alla lettera N, e piantato il livello nella strada nuova del Terzo dirimpetto al padule, con cinque posizioni di livello, come rappresenta il profilo alla lettera N, si paragonò il piano di detto campo col fondo del padule, e quello fu trovato superiore a questo di braccia 0. 11. 6. nella distanza di 277. canne misurate da un termine all'altro. Con tale occasione ci fu fatto osservare, che il piano del medesimo padule, dirimpetto al confine della Fattoria del Terzo, erasi molto rialzato, e reso quasi prativo, non già perchè fosse artifiziosamente rialzato con le colmate: ma solo a cagione delle colmate fattevi dicontro, dal circondario delle quali scappando l'acqua ancor torbida vi aveva deposto: come appunto era accaduto nel medesimo padule in faccia alla Fattoria di Bellavista, come altrove a lungo è stato da me ponderato.

XVI. Portatici in appresso il dì 23. all'argine de' ripari del podere detto del Fondo nella Fattoria de' Signori Marchesi Bartolomei nel sito, che resta contrassegnato nella pianta alla lettera O, si fece la livellazione di esso col fondo del padule per mezzo d'un fossetto; in cui la parte superiore dell' acqua si rese stagnante, e l' inferiore comunicava con quella di padule, come mostra il profilo segnato da simile lettera O, e si trovò essere la superficie della campagna contigua al padule superiore al fondo del detto padule braccia 0. 19. 4., ed al pelo di acqua sopra di esso come stagnante braccia 0. 17. 8., ma il piano d'un campo superiore si trovò essere più alto del fondo del padule braccia 1. 12. 0., e del pelo dell' acqua di esso braccia 1. 10. 4. poscia paragonando un altro campo più lontano ancora dal padule, fu riconosciuto più alto del fondo di esso braccia 1. 2. 8., e del pelo dell'acqua del padule braccia 1. 1. 0., e finalmente il campo contiguo all'aja, e casa del contadino, era superiore al fondo del padule braccia 1. 6. 4., e al pelo di esso braccia 1. 6. 8.

XVII. Frattanto essendosi mandato a Firenze per avere l' ordine di far serrare le calle del lago, si fecero chiudere il dì 24. a ore 10., ma per essere state negli antecedenti giorni lungo tempo aperte, e per l'attività del Sole, che fu ne' medesimi giorni, oltre al consueto della corrente stagione caldissimo, era intanto calata assai l'acqua del lago, sicchè portatici il giorno 25. al Capannone, si trovò al contrassegno fatto nel primo palo abbassato il pelo dell'acqua un soldo, quantunque già per 26. ore in circa fossero state chiuse le calle; e lo stesso abbassamento fu notato in tutti gli altri pali fino al concorso de' due canali di Bellavista, e del Terzo; e solamente quindi in poi l'acqua trovossi cresciuta, e più di mano in mano secondo che ci accostavamo alle Calle, perchè sotto il canale del Gelsino nell' ingresso del canal grande era coperta la tacca per braccia 0. 3. 4., ad un' altro palo inferiore per braccia 0. 10. 0., in un altro più sotto per braccia 0. 11. 0., e finalmente nel più vicino alle Calle per braccia 6. 12. 4. della cagione del quale effetto si discorrerà più abbasso, non volendo ora interrompere l' esposizione Istorica de' puri fatti.

XVIII. Pri-

XVIII. Prima però d'imbarcare, feci prendere nel porto de' navicelli al Capannone, varie misure, e si osservò, che il pelo dell'acqua del padule era sopra il fondo del fosso braccia o 17. 8. e la strada, che serve ancora per argine di riparo della Fattoria di Bellavista, era sopra il pelo dell' acqua braccia 1. 15. o. e sopra il detto fondo braccia 2. 12. 8., ed il segno delle medesime escrescenze del padule restando sopra la detta strada braccia 1. 6. 8. riusciva sopra il detto fondo del canale de' navicelli braccia 3. 19. 4. cioè circa a 4 braccia.

XIX. Si fecero inoltre per tutto il viaggio varj scandagli della profondità dell' acqua; che ritrovossi alla buca del Berettone di braccia 2. 10. o. a' Pierucci braccia 3. 15. o. e poco più sotto braccia 4. o. o., e più avanti braccia 4. 5. o. e più oltre braccia 5. o. o. indi braccia 4. 17. 8. poi di nuovo braccia 5. o. o. e più sotto braccia 5. 13. 4. ed in faccia alla Cavallaja braccia 2. 5. o. e sopra l' imboccatura del Chiaro braccia 2. o. o., ed in bocca al Chiaro medesimo braccia 2. 6. 8. e più sotto braccia 2. o. o. indi nell' imboccatura del canale del Gelsino braccia 1. 13. 4. e di nuovo nel mezzo di esso canale braccia 1. 13. 4. e più giù braccia 1. 10. 5. più oltre braccia 1. 13. 4. e più abbasso braccia 1. 12. o. e nel fine del canale del Gelsino all' ingresso del canal grande braccia 2. 3. 4. e verso il mezzo di detto canale braccia 2. 12. o. indi più vicino alle Calle braccia 3. 10. o. e finalmente braccia 3. 13. 4. Le quali misure composte insieme, e ragguagliate l'una per l'altra ci danno braccia 3. di profondità da per tutto; siccome ancora giunti a questi gli scandagli fatti il dì 21. riferiti al numero X. ed altri due fatti nel ritorno d' oggi per il canal grande, dove va separato dal Gelsino, che furono l'uno braccia 2. o. o. l'altro braccia 2. 5. o. ci danno sempre una somma, che divisa pel numero de' scandagli dà per altezza ragguagliata dell' acqua braccia 3. in circa.

XX. Essendo giunto alle Calle, si ebbe relazione da uomini ivi apposta lasciati, che dopo chiuse le cateratte erasi ivi alzata l'acqua più di prima in 24 ore braccia 1. 1. o. e nelle cinque ore susseguenti braccia o. 1. 4. cioè in tutto braccia 1. 2. 4. e facendo attualmente misurare l' acqua che era sopra la soglia de' navicelli, fu trovata di braccia 3. 5. 4. da cui sottraendo l'altezza dell' acqua al Capannone, trovata come sopra al n. 18. di braccia o. 17. 18. restano braccia 2. 7. 8. di caduta dal fondo del fosso de' navicelli vicino al Capannone, fino all' infima soglia del Callone Maestro; imperocchè la superficie dell' acqua era allora come orizzontale, avendo inondate le prata, e non crescendo quasi più sensibilmente, mentre l' ultimo accrescimento era stato d' un soldo, ed un quattrino in cinque ore; che se i fiumi influenti frattanto non cessavano di somministrare acqua, era questa scarissima in tale stagione, e sparsa sulla superficie vasta del padule non poteva fare sensibile altezza; ed oltre a ciò molta quantità d'acqua per le fessure delle cateratte, e per gl' incastri, e tra la soglia delle Calle, ed il battente dell' imposte, ne scapolava, compensando quella che frattanto sopravveniva.

XXI. Anzi avendo misurata nel canal grande passato il Gelsino la velocità della superficie dell'acqua, dove pareva che avesse qualche moto, si trovò essere tale, che passava un braccio di spazio in nove minuti secondi: la quale velocità dipende da una caduta minore della decima parte d' un picciolo, attesa l' osservazione di Cristiano Ugenio, che un grave cadendo dall' altezza di 15. piedi di Parigi, che sono poco più d' otto braccia Fiorentine, vi spende un minuto secondo di tempo, e conseguentemente si acquista dall' altezza suddetta una velocità abile a scorrere equabilmente 16.

brac-

braccia in un minuto secondo di tempo, quando l'acqua nella nostra sperienza in altrettanto tempo ne passava solo la nona parte d'un braccio; ed essendo l'altezze come i quadrati delle velocità, o sia de' spazi fatti equabilmente nel medesimo tempo, se si fa come 256 (quadrato di 16.) ad una parte ottantunesima (che è il quadrato d'un nono) così l'altezza di 8. braccia ad un'altra, sarà questa una sola delle 2592 parti d'un braccio, la quale è minore, come si è detto, della decima parte d'un picciolo; e però non aveva la superficie dell'acqua in quello stato declività sensibile, ma poteva prendersi come parallela all'orizzonte, quando ancora le resistenze del padule ci dovessero alterare il calcolo a dieci doppi

XXII. Ma tornando alla nostra storia; si ebbe cura di prendere l'altezza dell'acqua sopra il fondo della Gusciana prima d'aprir le Calle, e fu riconosciuta di braccia 1. 16. 8. indi alzate sole quelle de' mulini, cioè prima quella che è contigua alla pescaia; indi l'altra, che vi è appresso: si osservò, che poco dopo l'aprimento, i rotoni cominciarono a girare con grandissima velocità, e massimamente il primo più vicino alla caduta dell'acqua, il quale frullava in maniera, che appena l'occhio poteva tenergli dietro; ma il secondo più lentamente cominciò ad investirsi dalla velocità, che poscia notabilmente anch'esso mantenne assai pronta, e vivace, fin a tanto che alzata la cateratta de' navicelli, e mancando l'affluenza dell'acqua, si ridusse a grado più moderato la loro rapidità.

XXIII. Portatici quindi alla bocca della Gusciana, si riscontrò un segno della massima escrescenza di Arno del 1709. posto nel secondo gradino della scala alla casa del Navalestro: e si livellò col pelo dell'acqua, ritrovandosi questo più basso di quello braccia 8. 9. 0 e scandagliata l'acqua nello sbocco della Gusciana in Arno, si trovò profonda braccia 2. 10 0 sicchè l'altezza del detto segno, al fondo esaminato, era di braccia 10 19 0. è ben vero che il fondo d'Arno ivi è disugualissimo, e vi si vedeva in mezzo un gran renajo scoperto dall'acqua, a cui riferendo l'altezza del detto segno restava solamente di braccia 8 6 8. come altrove ho notato; e se tra quel segno, che fu indicato alle Calle braccia 3. 10. 0. sopra la pescaia, e questo, che è in bocca di Gusciana, nella stessa piena del 1709 era equilibrata l'acqua rigurgitata fino alle Calle, come molti attestano, che seguisse (non essendo credibile, che la sola escrescenza del padule giungesse a tanta altezza nel suo sbocco, se non vi fusse stata sorretta dalla piena dell'Arno: altrimenti se ivi la superficie dell'acqua non fosse stata spianata come orizzontalmente, ma inclinata verso Arno; averebbe dovuto nelle parti superiori giungere ad una altezza troppo esorbitante, che averebbe sottomesso troppo gran tratto di paese, oltre a quello, che suole esser soggetto all'inondazioni del padule) si raccoglie, che dalla soglia della calla de' navicelli al più basso fondo d'Arno in 7. miglia di lontananza vi è di caduta braccia 3. 16. 0. e dalla detta soglia al pelo basso d'Arno braccia 1. 6. 0. e dal fondo della Gusciana sotto le Calle inferiore alla detta soglia di braccia 1. 5. 0. al suddetto fondo dello sbocco suo in Arno braccia 2. 11. 0 e che la cadente del pelo della sua acqua aveva di declive nel tempo del nostro accesso braccia 1. 17. 8. come costa dalla combinazione delle predette misure.

XXIV. Ritornati poscia al navicello, c'imbarcammo nel padule per il ritorno, avendo osservato essere in tanto calata l'acqua alle Calle per più d'un braccio, e similmente al più vicino palo braccia 1 0. 0. al susseguente braccia 0. 19. 0. al terzo braccia 0 5. 6 al concorso de' due canali, che vanno al Terzo, ed a Bellavista, un quattrino, ed al Viaggiolo di Stabbia un mez-

un mezzo quattrino; riuscendo quindi in poi insensibile il decrescimento per la vasta estensione, in cui si sparge l' acqua nelle parti superiori, e per l'insensibile velocità, con cui ivi può scorrere come con tant'altri riscontri si è dimostrato.

XXV Fin quì la storia de' fatti. Ora ci farò sopra quelle Riflessioni, che mi pajono opportune, e primieramente debbo rappresentare alle Signorie loro Illustrissime, che de' terreni adiacenri al padule i più bassi di tutti sono manifestamente quelli della Fattoria di Bellavista, come provano le livellazioni addotte di sopra dal num. II. al num. IX. le quali dimostrano essere la superficie de' campi vicini alla gronda di esso padule rimasta più bassa del fondo stesso del lago contiguo per le cagioni altrove a lungo dedotte; di maniera che è convenuto al Signor Marchese Feroni ritirarsi indietro coll'argine di riparo, abbandonando buona parte de' suoi poderi al padule, che a gran passi si va avanzando, per le colmate fattevi a ridosso nelle Fattorie del Terzo, e d' Altopascio, che mettono in mezzo la detta Fattoria di Bellavista, occupando, e rialzando quello spazio prima basso, e paludoso; in cui dovevano dall' uno, e dall' altro lato i poderi di Bellavista scolare, e rialzando ancora per consenso nelle maniere altrove bastevolmente spiegate, il fondo del padule in faccia alla suddetta Fattoria, e così precludendole da ogni parte gli scoli; per la qual cosa a voler risanare i terreni infrigiditi di questa parte della campagna bisogna necessariamente rialzarli colmandoli, finattanto che riacquistino sufficiente caduta per iscolare nel padule medesimo come prima, secondo che altrove più ampiamente ho dimostrato; essendo inutile qualunque altro compenso, che potesse agli altri interessati alcun giovamento recare.

XXVI In secondo luogo ho notato essersi alzato, il padule ancora qualche poco di contro alle Fattorie d' altri particolari: ma per non essere queste tanto circondate dalle colmature, e non riuscendo tanto basse, come i poderi prenominati di Bellavista, che ancora in questa secchissima stagione non potevano scolare nel padule, benchè magro d' acque, non sono a un gran pezzo ridotte in grado così deplorabile; ma però nelle piene ordinarie possono ancor esse patire di scolo, e nelle somme escrescenze soggiacciono al pericolo d' inondazione; imperocchè dalle livellazioni fatte si ricava, che ragguagliatamente l' ordinarie escrescenze giungono circa braccia 2. 3. o sopra il pelo dell' acqua, che presentemente era nel padule, e le somme escrescenze sono circa un braccio, e un quarto superiori all' ordinarie, cioè ascendono sopra il pelo dell' acqua presente braccia 3. 8. o. ragguagliando le maggiori colle minori; Per tanto tutte quelle campagne, che non sono più alte di braccia 3. 8. o. sopra il pelo suddetto, nelle somme escrescenze del padule rimarranno allagate; e quelle che non sono più alte del medesimo pelo di braccia 2. 3. o., rimarranno soggette ancora all' escrescenze ordinarie, e mediocri; e tali sono le campagne de' Signori Bartolomei, livellate, come sopra si è riferito al num. 16. le quali erano sopra il pelo del padule solamente braccia o. 17. 8., braccia 2. 10. 4., braccia 1. 1. o., e braccia 1. 6. 8. rispettivamente, ed ancora l' angolo del campo del Signor Cavaliere Marzichi, livellato come sopra al num. 15. che sopra il pelo dell' acqua comunicante col padule non si alzava, se non di braccia 1. 6 4 mentre sopra il fondo asciutto del padule, a cui fu paragonato non aveva maggior caduta di braccia o. 11. 6., e cotal fondo superava il pelo dell' acqua del padule di braccia o. 14. 10.

XXVII. Quanto poi agli altri Comuni più distanti dalle gronde del padule, come di Monte Carlo, Pescia, ed Uzano, essi non ricevono danno

alcu-

alcuno dal padule nell' efcrefcenze fue, per eforbitanti che fiano, poffono giungere mai ad infrigidire i loro terreni, che almeno per quattro miglia reftano da effo padule difcofti: trattone però qualche tratto del Comune di Uzano ne' fuoi più baffi confini, che può rifentirfi alquanto delle piene più che mediocri di quefto lago: ricevono bensì tutte quefte Comunità danno grandiffimo dalle colmature, perchè reftringendo le Pefce, e la Nievole fra gli argini del circondario, ed obbligandole ad alzare il proprio letto per più braccia, e rallentare il fuo moto, fono rimafi confeguentemente acciecati li fcoli di più campagne, che in effi fiumi felicemente fcolavano, per effere i loro alvei oramai fuperiori al piano de' terreni adiacenti, come ocularmente fi riconofce. Dalche ne nafce ancora, che l' acqua trapelando per gli argini compofti di terra fottile, o di pura rena, cagiona delle forgive, da cui fono infterilite le campagne, e bene fpeffo non potendo gli argini refiftere al pefo, o all' impeto delle gran piene, fi rompono, e rovefciando l' acqua pe' campi manomettendo le raccolte, fpiantando le viti, i gelfi, ed altre piante, rovinando le ftalle, le cantine, le capanne, con danno immenfo de' beftiami, e de' poveri lavoratori, cui tolgono in un' ora il vitto, e foftentamento d' un anno.

XXVIII. Il rimedio de' quali difordini altro effere non potrebbe, che il reftare di colmare nel padule, folamente ricolmando i terreni lafciati addietro più baffi, con venire avanti regolarmente come dagli architetti Annibale Cecchi, Baccio del Bianco, e Felice Giamberti fin del 1642. fu faviamente avvertito, le parole de' quali Autori fono da me riferite nella feconda Relazione al num. III. quindi poi rimettendo i fiumi ne' loro alvei antichi, molte campagne ricupererebbero lo fcolo perduto, e data una pendenza uniforme a tutto il paefe rialzato dove bifogna, perchè ritorni ad effer più alto del padule, non potrebbe temere di non ifmaltire le fue acque nel ricettacolo dalla natura deftinato loro per quefto effetto, e folo dall' induftria degli uomini artifiziofamente alterato, a fegno tale che più non ferve al bifogno, come averebbe perpetuamente fervito, fe fuffe ftato lafciato nell' antica fua pofitura, la quale naturalmente fi farebbe da fe mantenuta. Onde il Signor Bernardo Trivifano nel fuo Trattato della Laguna di Venezia pag. 18. dottamente offerva, ed attefta, che quelle lagune, o paludi, le quali poco, o nulla dall' operazioni degli uomini furono inquietate, altresì poco, o nulla hanno cangiato la loro difpofizione, e figura, ma fi fono confervate a un dipreffo nel medefimo grado di prima; e lo fteffo vale de' fiumi, e di tutte l' acque, o correnti, o ftagnanti, alla di cui naturale propenfione non bifogna mai opporfi, nè pretendere di alterarla, ma bensì coviene promuoverla co' debiti mezzi, perchè fia proficua l' opera al pubblico, ed al privato.

XXIX. E quefto partito di por termine una volta alle colmate, che fi fanno in padule, tanto più fi dimoftra utile, e neceffario, non men che giufto, e convenevole, quanto che la fperienza dimoftra, non effere quefti lavori proficui all' intereffe del Principe, e viceverfa riufcire di tanto pregiudizio a' confinanti: perchè gli antichi poderi delle Fattorie di S. A. R. vengono a deteriorarfi, e patire di fcolo, onde più non rendono tanto frutto come prima, e ciò che fi ricava di vantaggio da' nuovi acquifti fatti in padule non compenfa la fpefa impiegata nel fare le colmate, ma a conto lungo fparifce tutto il guadagno, e rifalta all' occhio un graviffimo fcapito dell' entrate del Principe. Altronde poi tutti i particolari fi rifentono del danno loro cagionato direttamente con quefte operazioni: cioè non folo i poffeffori de' beni contigui alla gronda del padule, che vengono perciò

ciò soggetti alla inondazione chi nelle somme escrescenze del padule, chi nelle mediocri, e chi ancora nell' acque basse: ma altresì i più lontani, che sebbene sono esenti da ogni pericolo del padule, in cui non iscolano immediatamente, provano tuttavia il suddetto pregiudizio di scolo per lo rialzamento de' fiumi cagionato dalle colmate, e restano soggetti alle sorgive, ed a frequenti inondazioni de' medesimi fiumi per la rottura degli argini, che non possono più contenerli per aria; sicchè quando ancora fussero tali colmate giovevoli a chi l' intraprende, sono però cagione di così immenso danno al paese, che non torna conto il promuoverle da vantaggio.

XXX. E che finalmente si pretende con questo avanzarsi sempre più che mai colmate in padule? forse di assorbirlo appoco appoco, e seccarlo affatto, al dispetto della natura che ce lo pose? Essa non permetterà che riesca l' intento, o si compenserà altrove, trasportando il padule ne' luoghi già colti, e fruttiferi. Sono infiniti gli esempj di simiglianti operazioni intraprese con gravissimo dispendio, e senza alcun frutto: perchè sottosopra si ha da conservare nel mondo la medesima quantità di acque, e deve avere i medesimi ricettacoli di prima, per contenersi, e se si possono divertire altrove i fiumi, non si possono togliere, ed opprimere affatto le sorgive, che per di sotto somministrano materia a' laghi, e ripulluleranno sempre altrettant'acqua, quanta per umano artifizio ad altre parti vorrà derivarsi. Così avvenne quì nelle campagne Pisane al palude, che ancora dicesi di Vandestrad, da un mercante Olandese di questo nome, che vi spese parecchie migliaia di scudi su la speranza di rasciugarlo con macchine di mulini a vento fatti all' usanza del suo paese: ma finalmente accortosi, che gettava in vano l' opera, e i quattrini, abbandonò l' impresa imperfetta. Così la palude Pontina rese vani i tentativi non solo de' Consoli Cornelio Cetego, ed Anicio Gallo, come si ha da Tito Livio, ma ancora dell' Imperatore Giulio Cesare appresso Dione, e Plutarco, e di Cesare Agusto, come riferisce Svetonio, e finalmente di Nerone, che a dire di Tacito raccomandò con calore questa impresa agl' ingegneri di que' tempi: *Securum, & celere quibus ingenium, & audacia erat, etiam quæ natura denegavisset, per artem tentare, & VIRIBUS PRINCIPIS ILLUDERE*.

XXXI. Ercole accinto ad abbattere l' Idra della palude Lernea, ci figura appunto uno di questi animosi architetti, che tentano d' asciugare simili naturali recinti d' acque. Quello appena tagliata al mostro una testa ne vedeva sett' altre ripullulare: questi interriscono, colmano, e rasciugano in un luogo, e ne rendono paludosi cent' altri. Alla fine quegli venne pure a capo della sua intrapresa, impiegandovi ancora il fuoco, elemento, che consuma ogni vapore: ma questi non possono fare altrettanto, riuscendo bensì loro di mandare l' acqua altrove a dissipare i terreni già colti, ma non avendo modo di consumarla, e distruggerne le sorgenti. E poi, se riuscì ad Ercole l' impresa dell' Idra, secondo l' allegorica favola, fondadata però sopra qualche verità di fatto, alterata così, e mascherata dal capricco de' Poeti, non potè già riuscirgli egualmente secondo la vera e pretta istoria, il prosciugare un gran tratto di paese inondato dal fiume Olbio, che desideravano gli abitatori di Feneo in Arcadia di rimettere a coltura: benchè egli fusse così esperto ingegnere, e grandemente in queste materie esercitato, giacchè *Scientia reperiendi, veniendi, & ducendi aquas præstitit;* come di lui dice Plutarco, non seppe altrimenti farsi ubbidire dal fiume, che si ostinò a seguire il corso una volta intrapreso. Vano fu lo scavare in una vasta campagna una fossa lunga 50. stadi, (che son sei miglia, e un quarto, appunto quanta è la lunghezza del padule di Fucecchio)

chio) e profonda ben trenta piedi, dove la terra franando non l' avesse riempiuta, e in utile lo sforzo di derivare in essa l' acque del fiume, perchè questi poco dopo ritornò a spandersi, ed inondare la stessa pianura di prima, abbandonando l' alveo fatto da Ercole, come racconta Pausania *Arcad. lib.* 8. con queste parole, secondo la Traduzione Latina del Fabretti, il quale *De columna Trajani Cap* 1. apporta questo passo. *Per medium ante Pheneatarum campum Hercules, fossam duxit, ut flueret in ea Olbia fluvius, quem Arcadum nonnulli Arcanium nominant, non Olbium. Longitudo fossæ est L. stadiorum, profunditatis mensura XXX. pedum, sicubi nihil adhuc est collapsum. Verum enim verò non hac fluvius jam delabitur, sed relicto, quod Hercules fecit, receptaculo, ad pristinum fluxum rediit.* Tanto è vero che la natura non vuol' esser sopraffatta dall' arte.

XXXII. Mill' altri esempi di tal natura, ancora più freschi, anzi seguiti a memoria nostra, o de' nostri maggiori si potrebbero addurre, e se ne veggono ancora i contrassegni, sopra di cui si potrebbe scrivere il motto di Tacito: *Vestigia irritæ spei*. Ma non accade in ciò dilungarci dal nostro proposito, che però venendo alle corte, dimanderò solamente a chi si lusinga di poter rimediare a tanti disordini coll' aprire nuovi fossi in padule, continuando frattanto le colmature, che sono l' origine di tutto il male: se egli crede, che i fossi da lui ideati debbano fare abbassare gli alvei de' fiumi, sicchè quindi innanzi possano le campagne de' Comuni più lontani dal padule ricuperare lo scolo perduto? se ciò crede dover succedere, non si potrà dunque tirare innanzi a colmare dentro il padule, perchè a questo è necessario tenere alti gli alvei de' fiumi, per poterli far salire nel circondario delle colmate: se poi, come è manifestamente incontrastabile, cotali fossi nulla possono contribuire all' abbassamento degli alvei suddetti, ed alla ricuperazione degli scoli: con quale motivo debbono quelle comunità essere tassate per contribuire ad una spesa tanto esorbitante, da cui non sono per riceverne alcun benefizio? Già il danno che provano adesso, lo proveranno egualmente, anzi sempre più in maggior grado, quando fusse pur vero, che i lavori proposti facessero scemare l' acque basse, o le mediocri, o le altissime piene del padule, importa ciò pochissimo al loro interesse, e non è questo il sollievo che implorano, nè il bisogno, che hanno, mentre i loro scoli debbono immediatamente regolarsi dagli alvei suddetti de' fiumi, e non possono di primo lancio condursi al padule.

XXXIII. Si aggiunga ora che i proposti lavori nè meno giovano ad abbassare notabilmente le acque dello stesso padule, in qualunque grado egli si trovi: come ho dimostrato nella mia seconda Relazione n. XXI e XXII. dovendosi mantenere invariata la luce delle Calle, che da l' esito all' acque; onde nè meno a' possessori de' beni adiacenti alle gronde del padule può recare benefizio sensibile l' aprimento di queste nuove strade, che debbono condurre l' acqua alle medesime porte di prima, senza comunicare loro maggiore velocità, se non a misura delle resistenze scemate, che importeranno a un dipresso la millesima parte solamente di quella, che in oggi incontrano come ho detto nel precitato luogo, anzi rispetto a' poderi della Fattoria di Bellavista, che sono tanto più bassi del fondo medesimo del padule, come si è provato quì di sopra ne' primi nove numeri della presente Relazione, niun' sollievo affatto cotali lavori possono recare, se la superficie di quei beni non si rialza al pari delle contigue colmate non potendo mai l' artifizio de' nuovi fossi fare, che l' acqua monti allo insù; per potere scolare da una superficie più bassa in un recipiente più alto; onde il voler far contribuire rilevanti somme a questi interessati, per l' escavazione

de' ca-

de' canali propoſti, è un aggiungere afflizione agli afflitti, ſenza ſperanza d'alcun conforto, ed obbligarli a pagare una impoſizione gravoſa per la continuazione delle loro miſerie.

XXXIV. Se almeno ſi trattaſſe quì d'un progetto da poterne uſcire con poche centinaia di ſcudi, ſi potrebbero accordare gl'intereſſati a fare queſta ſperienza: ma chi propone queſt'opera confeſſa da ſe, che vi ſi ricercheranno da 16. mila ſcudi, e ſono certiſſimo, che non baſteranno ne meno 40. mila, come ho ponderato nella mia ſeconda Relazione al num. XX. ed è ſolito degli architetti moderni di eſtenuare ſul principio il calcolo delle ſpeſe, perchè non ſi ſpaventino quelli, che le hanno da intraprendere, e quando poi ſono impegnati nell'opera, ne fanno ricreſcere a più doppi il diſpendio, come pur troppo ne abbiamo frequenti riprove ſugli occhi. Che ſe fuſſe in uſo la ſavia Legge degli Efeſini, riportata, da Vitruvio nel principio del libro 10, e molto commendata per utile, e ragionevole, non ſi ardirebbero queſti tali di fare ſimiglianti propoſte. La Legge era queſta: che intraprendendoſi da un architetto qualche opera pubblica, doveſſe prima prometter quanta ſpeſa poteſſe importare, ed obbligaſſe i proprj beni al Magiſtrato, finchè l'impreſa fuſſe condotta a termine: che ſe la ſpeſa corriſpondeva appunto alla ſtima fattane, veniva l'architetto con grande onore rimunerato; ſimilmente ſe non più d'un quarto d'avvantaggio importaſſe la ſpeſa, ſi ſuppliva dal pubblico Erario, ſenza che l'architetto ne patiſſe alcuna pena; ma quando oltre la quarta parte del già ſtabilito aſcendeſſe la ſpeſa, doveaſi de i proprj beni dell'architetto prendere quanto biſognava al compimento dell'opera. Ecco le parole originali dell'Autore: *Nam architectus cum publicum opus curandum recipit, pollicetur quanto ſumptu id futurum tradita æſtimatione, Magiſtratui bona ejus obligantur, donec opus ſit perfectum. Eo autem abſoluto, cum ad dictum impenſa reſpondet, decretis, & honoribus ornatur. Item ſi non amplius quàm quarta in opere conſumitur, ad æſtimationem eſt adiicienda, & de publico præſtatur, neque ulla pœna tenetur. Cùm verò ampliùs quam quarta in opera conſumitur, ex ejus bonis ad perficiendum pecunia exigitur.* Se ciò, che oltre ad un quatro d'avantaggio della ſtima fatta di 16. mila ſcudi; dovrà impiegarſi in queſta intrapreſa, cioè da 20. mila ſcudi in là, doveſſe andare a ſpeſe degl'ingegneri, che la propongono, non credo ch'eglino medeſimi fuſſero già per approvare un tale progetto.

XXXV. Checche ſiaſi di ciò, lo ſteſſo avvantaggio, che ci promettono da' nuovi foſſi propoſti, egualmente ſi otterrebbe con ripulire gli antichi per ſe ſteſſi ſufficientiſſimi allo ſcolo del padule: e ſe vi ſono de' doſſi (che da me non ſono mai ſtati incontrati, come altrove ho detto, e ne meno s'incontrano da' barconi groſſi, che vanno, e vengono dal Capannone alle Calle col carico di 130 barili di vino, oltre le perſone, che ſopra vi ſono) queſti ſoli doſſi, dovunque ſieno, ſi sbaſſino, che ſaranno tolti tutti gl'impedimenti, ſenza l'eſcavazione di tanti canali da cui nulla viene accreſciuto di declività al padule, e conſeguentemente non ſi acquiſta nell'acque maggior grado di velocità, di quella onde ſono affette preſentemente ne' foſſi antichi, o di quella almeno, che averebbero, ſe fuſſero ripurgati, per togliere via negli uni, e negli altri le reſiſtenze, che vi s'incontrano. E ſe lo ſteſſo effetto manifeſtamente ſi può avere per una via tanto meno diſpendioſa, qual prudenza ci detta di preſcegliere quella, che richiede una ſpeſa tanto maggiore? Tanto più, che nel ripulire gli antichi foſſi non ſi fa novità alcuna, ma ſi eſeguiſcono gli ordini antichi, e ſi mette in pratica ciò che già era in uſo, e che tanto tempo ha conferito al mantenimento del padule in buon eſſere.

XXXVI. Ma

XXXVI. Ma soprattutto, o si facciano nuovi canali, o si ripuliscano gli antichi, nulla si profitterebbe, tenendo le Calle chiuse come di presente suol farsi, perchè saranno tutti fossi ciechi, ed inutili allo scolo; e maggior vantaggio reca al padule una settimana di Calle aperte, che quanti fossi vi si possano aprire in dieci anni di lavoro, quando questi non debbano avere maggior esito, di quello che si lascia avere a' presenti. Quanto giovi l'aprimento delle Calle, lo sperimentammo il dì 21. nel nostro ritorno, che dopo d'essere state 3. ore aperte, si trovò calata nel padule l'acqua per mezzo braccio, come ho riferito di sopra al numero 21. e sebbene da un terzo di viaggio in sù non era sensibile l'abbassamento, non già per cagione de' dossi interposti, che impediscano all'acqua il venire avanti, come alcuni s'immaginano (avendo noi piuttosto trovato quindi in sù, il canale assai più profondo, che nelle parti inferiori come costa da scandagli riferiti n. VIII e X. che ci danno de' fondi per fino a braccia 2. 8. 0. più bassi della soglia infima delle Calle) ma bensì perchè ivi l'acqua spargendosi in una vastissima estensione ha reciprocamente tanto minore velocità, quanto maggiore larghezza, onde apparisce da quel sito in su come stagnante, senza moto osservabile: tuttavolta, durando le Calle a stare aperte più lungo tempo, si abbasserebbe senza dubbio l'acqua notabilmente ancora nelle parti superiori: come in fatti si riconobbe essere accaduto in que' giorni, che si mandò a Firenze per ottenere l'ordine di tenere serrate a nostra disposizione le Calle, e che ritornò il messo con gli opportuni recapiti a Bellavista, d'onde fu spedito a chi dovea mettere ciò in esecuzione: perchè frattanto avendo voluto i Ministri, per mostrarci l'attenzione loro allo scarico del lago, quando noi lo volevamo per allora chiuso, tenere le Calle aperte, si abbassò tanto l'acqua del lago, che fino al Capannone fu sensibile l'abbassamento: sicche il dì 25. dopo 26. ore che le calle erano chiuse, si trovò ancora il pelo dell'acqua essere un soldo sotto il segno fatto al pelo del dì 21. come ho riferito di sopra al numero 17, per non essersi ancora compensato in quelle parti il decrescimento dell'acqua, procedente da quasi tre giorni di Calle aperte, col rialzamento, che poteva aver fatto in poco più d'un giorno il ritegno delle cateratte abbassate.

XXXVII. Se dunque stessero aperte a dovere le Calle, non vi sarebbe da dubitare delle inondazioni del padule, perchè presto si smaltirebbero le di lui acque, e rimanendo voto quel gran ricettacolo, potrebbe ne' tempi piovosi essere capace di ricevere tutte l'acque procedenti dagli scoli de' paesi superiori adiacenti (parlo di quelli, che vi possono in qualche maniera scolare, non degli infimi attenenti alla Fattoria di Bellavista, che se non rialzano, hanno per sempre perduto lo scolo nel padule) e contenerle, quando ancora le piene d'Arno obbligassero a tener chiuse per qualche tempo le cateratte: cioè fino a tanto, che passata la piena, si potessero come prima riaprire per dare lo scarico al padule. Questo regolamento sarebbe la salute di tutto il paese, e non so perchè non potesse almeno per un anno provarsi che effetto faccia senza imbarazzarsi in opere di maggiore spesa. Negli altri laghi suole praticarsi di tenere da Settembre fino a Pasqua di Resurrezione aperte le Calle per dare maggiore esito all'acque, che nell'autunno, e nell'inverno sogliono essere più abondanti: e si costuma di tenere le cateratte chiuse l'estate, perchè la scarsezza delle medesime acque non pregiudichi alla salubrità dell'aria, con ridurre tutta la superficie del lago in un pantano fecondo di cattivi vapori, e di fetide esalazioni. Quì si fa tutto il rovescio tenendole chiuse l'inverno, ed aperte piuttosto l'estate, quando converrebbe conservare il lago fresco di acque; ma l'interes-

tereſſe degli appaltatori della peſca, e del mulino difficilmente ſi accorda coll'intereſſe di chi poſſiede i beni adiacienti; e per poche centinaia di ſcudi, che ſe ne ricavino di più, regolando le Calle a modo di quelli, non ſi tiene conto di tante migliaia, che queſti ne ſcapitano.

XXXVIII. Del reſto non ſi credano già le Signorie loro Illuſtriſſime, che il tenere aperte a dovere le cateratte, e ſolo chiuſe ne' tempi delle piene d' Arno, quando potrebbe pel padule rigurgitare, e ne' tempi di ſomma ſiccità l'eſtate per mantenervi una mediocre quantità d'acqua, fuſſe per recare così notabile pregiudizio alla peſcagione, e mandare a male tutto il padule, come ſi eſagera da chi vi ha intereſſe. Il maggior detrimento, che ne ſeguiſſe, ſarebbe, che non potrebbe il mulino ſempre macinare; ma ſiccome del 1597. ne fu demolito un altro, che vi era ſul medeſimo Ponte a Capiano, di cui ſi veggono ancora i veſtigj delle calle, così non ſarebbe gran male, riſpetto a tant'altri diſordini, che reca ſeco il tenere violentemente imprigionata l'acqua dentro il padule, ſe ſi doveſſe chiudere ancora queſt'altro mulino, e piuttoſto ſi potrebbe fare eſaminare da' Periti, ſe vi fuſſe modo di rifarlo al diſotto, mandandovi l'acqua per gora ſopra ſeparata; o in qualche altra maniera ſupplire al biſogno del paeſe, con minore pregiudizio del pubblico.

XXXIX. Ma quanto al disfare affatto il padule io punto non vi concorro, e ne ho già eſpreſſi i miei ſentimenti nella ſeconda Relazione dal n. XXVII. XXXI. a' quali motivi aggiungo, che molte migliaia di perſone vi campano ſopra, e ne cavano gran parte dell' alimento neceſſario al beſtiame, onde reca grandiſſimo comodo a tutto il paeſe: perciò ben diſſe Strabone nella ſua Geografica lib. 5. parlando de' laghi della campagna Romana: *Ad agri b atitudinem accedunt & lacus magni, & permulti, qui & navigationibus patent, & per multis menſis nutriunt obſonia, & paluſtres aviculas non modicum etiam cremium, papyriuſque, & ulva copioſa Romam per fluvios convectatur qui e lacubus effluunt*. E il Guglielmini della Natura de' Fiumi cap. 6. redarguendo quelli, che penſano di fare un gran ſervizio alle campagne, con riempire, e ricolmare gli ſtagni, traſmutandoli in terreni fruttiferi, dà queſto avvertimento: *Alcuni hanno creduto, che le paludi ſiano un' errore della Natura, e che perciò biſogni ſempre cercare di correggerlo. Io però lo ſtimo in molti caſi, non ſo ſe mi dica, o una neceſſità, o un artifizio della Natura medeſima, la quale ſomminiſtra agli uomini il comodo di tenere aſciugate campagne vaſtiſſime, col ſottomerne all' innodazione una piccola parte; poiche prima egli è evidente, che molte terre ſono così poco alte ſopra il termine, il quale deve dar loro lo ſcolo, che ſe l'acque anco ſcolatizie doveſſero unirſi in un alveo ſolo continuato ſino al termine predetto, dovrebbero avervi altezza tale, che manterrebbe pantanoſo tutto il terreno vicino: coſa che non ſuccede, quando l'acque eſcono preſto da' loro condotti, e trovano un eſpanſione, e profondità conſiderabile dove trattenerſi per qualche tempo, e fino all'eſtate, che può in gran parte conſumarle. Quindi è che ſi trovano molti ſtagni, che non hanno eſito alcuno, e ſervono ne' tempi piovoſi come di piccolo mare a dare ricetto all'acque delle campagne contigue. Secondo molti fiumi ſcorrono per campagne, e danno ricetto agli ſcoli delle medeſime perche entrando nelle paludi mantengano il loro fondo più baſſo, che non farebbero, interrito che fuſſe il fondo delle medeſime*. Fin quì il Guglielmini. Onde ancora il Signor Vincenzio Viviani ſoleva dire, che quando ſimili ſtagni, i quali danno un temporaneo ricetto all'acque piovane, veniſſero a mancare, biſognava con arte eſcavarne de' nuovi per ovviare al pericolo delle inondazioni; tanto era lungi dall'approvare, che ſi ricolmaſſe appoco appoco tutto il padule, laſciando indietro le campagne de' particolari più baſſe, ed eſpoſte agli allagamenti.

XL. E que-

XL. E quando pure si voglia tirare innanzi a colmare dentro il padule, il buon ordine, e la ragione ricerca, che prima si ricolmino i terreni anteriori, e poi di mano in mano si venga avanti: altrimenti resterà irreparabilmente sacrificata tutta la campagna superiore ad uso di nuovo padule, nè vi sarà speranza, quando ancora tutta l'estensione del lago per impossibile fusse interrita, d'inalvearvi dentro tutti i fiumi della Valdinievole, e gli scoli di sì gran tratto di paese: sì perchè gli alvei di quelli, rimanendo più alti del piano della campagna, non potranno ricevere questi; e sì perchè non vi è sufficiente caduta per ismaltire felicemente l'acque torbide fino in Arno, mentre dal Capannone di Bellavista fino alla soglia della calla maestra, non si trova pel fosso de' navicelli caduta maggiore di braccia 2. 7. 8., come si è detto al num. XX., e da detta soglia al pelo basso di Arno, anche inferiore a' renai, che sono nel mezzo di esso fiume; vi è solo braccia 1. 7. 0., come si è veduto al num 23, che in tutto danno di declive braccia 3. 13. 8, in miglia 13 e un quarto, cioè braccia 0. 5. 6. per miglio: quando dagli autori assai maggiore caduta si richiede per tale effetto, ed i Signori Bolognesi determinano, per condurre il Reno nel Po, doversi ad esso quattordici once del loro piede per miglio, che sono circa braccia 0 12. 9. della nostra misura; onde a questa campagna, per avere la necessaria pendenza immediatamente in Arno, manca più d' altrettanto di quello che ha di declive, e però ha bisogno, che se gli mantenga voto questo gran recipiente del padule, perchè nel tempo delle piene di Arno possa servire di soprattieni all' acque in esso depositate, finchè calata la furia del fiume si possano in esso smaltire.

XLI Stimo qui superfluo il rispondere alla famosa sperienza addotta nella relazione *ex adverso* in prova dell'esistenza de dossi, e della necessità di fare i nuovi canali, perchè tenute le calle chiuse 24. ore, e poi aperte quelle sole, che danno l'acqua a' mulini, i rotoni appena giravano. Ma per non lasciare veruno attacco agli oppositori, dirò brevemente per loro soddisfazione, e per far vedere quanto insussistente sia il fondamento, sopra di cui hanno appoggiato un progetto così dispendioso, che non una ma due sperienze, anzi una quasi continua si può addurre in contrario. Quando noi arrivammo alle Calle la prima volta, non erano state chiuse le cateratte per 24. ore, anzi allora si apriva il callone de' navicelli, per varare i barconi, che dalla Gusciana venivano in padule; e pure qualunque macine del mulino macinava sei staja l'ora, e si vedevano girare i rotoni con assai competente velocità or come vogliono darci ad intendere, che l' acqua rammassata in maggiore altezza alle Calle, dopo di essere state chiuse 24. ore, fusse trattenuta da' dossi interposti, sicchè appena potesse lentamente far girare i rotoni, se le medesime acque basse non erano da verun dosso trattenute, e facevano girare con notabile velocità le stesse ruote come di sopra al num. XII. ho riferito? ma siasi ciò che vogliano. Impediscano i dossi l'acque alte, e non le basse. Fu pure da noi rifatta a capello la stessa sperienza, con tenere prima chiuse le calle 24. anzi 26. ore, come ho riferito al n. XXII. Che vuol dire, che alla presenza nostra non è succeduto il miracolo, che alzata la cateratta non potesse l' acqua dar moto e' rotoni? perchè giravano essi con grandissima velocità? Erano forse spariti i dossi tanto decantati? lodato dunque il Cielo, che non vi sarà più bisogno de' fossi proposti: ma se vi sono ancora, come prima, e ad ogni modo non si è chiuso il mulino, ma continuamente macina, come è notorio a tutti: dunque i dossi non sono tali, che impediscano di venire l'acque alle Calle, ma vi passa sopra felicemente, come se non vi fussero; ed in somma

ma nulla ha che fare la sperienza de' rotoni per provare l'esistenza de' dossi: siccome ancora, supposta l'esistenza di essi (che forse saranno altri canali per cui non siamo passati, e massimamente in quelli ne' quali più direttamente imboccano l'acque, ch' escono dalle colmature giacchè appunto si trovò il canale, che viene da Bellavista molto espurgato, e profondo fino al concorso di quello che viene dal Terzo, e quindi in poi solamente ne venivano le maggiori ripienezze, come da scandagli sopra riferiti si riscontra) non si conclude perciò la necessità d'iscavare nuovi fossi, bastando abbassare le asserte prominenze dovunque si trovino. Ed in somma non ha che fare punto, nè poco, il girare, o il non girare de' rotoni all'intento loro.

XLII. Ma la verità si è, che se avessero attese tutte le particolarità del fatto senza precipitare la sentenza prima, che compiuto fusse l' esperimento, si sarebbero chiariti, che sebbene da principio, data l'acqua a rotoni, andavano alquanto tentennando, prima di concepire quel rapido moto, che dall'acqua loro communicavasi, e più stentava a riceverlo il secondo rotone del primo [come ho osservato, e particolarmente riferito di sopra al n. XXII.] o per essere quello più remoto dalla calla, o perchè maggiormente pescasse nell' acqua, che dalla soglia più profonda dell' altra braccia 0. 9. 4 più largamente somministravasi, poteva recarle qualchè impedimento prima che si spianasse nell' alveo inferiore; tutta volta, dopo brevissimo tempo, s'investiva l'uno, e l'altro rotone di quel moto violento, già di sopra descritto, e che sarebbe stato da essi pure riconosciuto, se avessero avuto pazienza di aspettare l'esito di tutta l'operazione, ed osservare le circostanze, che l' accompagnavano, come noi abbiamo fatto per iscoprire da quale equivoco potesse avere origine il paradosso asserito dagli Avversari.

XLIII E tanto basti per ora di avere rappresentato alle Signorie loro Illustrissime, alla di cui equità, e giustizia raccomandando caldamente una causa così importante, che tiene in apprensione due delle più belle Provincie di questo felicissimo Dominio, cioè la Valdinievole, ed il Valdarno di sotto, prego la gentilezza loro a compatire quelle forse troppo vive espressioni, che alla penna può avere dettato l'ardente zelo di difendere la verità, senza però, che nell'animo mio punto resti diminuito perciò il rispetto, che professo verso chi è di sentimento contrario: mentre con tutto l' ossequio mi protesto.

Delle Signorie loro Illustrissime

Pisa 4. Aprile 1718.

Umiliss. Divotiss. Obbligatiss. Servitore
D. Guido Grandi.

FINE DEL SECONDO TOMO.

n. II. In fine.

Pianta della Fattoria di Bellauista, oltre dimostrazioni
fatte nel Padule di Fucecchio dal' Interessati
Profili delle liuellazioni fatte nella Fattoria di Bellauista, corrispondenti alle linee segnate in pianta
linea
orizontale
PADULE
argine
Scala di canne 500 Fiorentine a panno per la Pianta
Carolus Ioseph. de Segnis eques Divi Stephan. Inuent. et fecit
Scala di B. 40 Fiorentine a panno per le altezza de livelli

Osservi chi legherà quest' Opera, a porre nel fine del Secondo Tomo queste 59. figure comprese in 15. Tavole per il Libro del Guglielmini della Natura de' Fiumi.

TAV. I. PAG
Fig.a 1.
Fig.a 2.
Fig.a 3.
Fig.a 4.
Fig.a 5.
Fig.a 6.
Fig.a 7.

TAV: II. PA:
Fig: 8.ª
A
E
C
D
B
Fig: 9.ª
H
A
M
F
R
N
D
I
S
E
O
L
G
B
C
Fig: 10.ª
H
G
A
C
I
D
E
M
I
F
K
B
L
D
E
D
E
F
C
E
Fig: 11.ª
A
C
B
D
C
G
F
E
H
Fig: 12.ª
A
G
B
I
D
E
Fig: 13.ª
E
C
G
A
F
D
B
O

TAV: III · PAG.
Fig.a 14.
S R E
A
B
L C
V D M
G
X
I F N
K
P
H
T
O
Fig.a 15.
D C H G F
B A
E
Fig.a 16.
F
G
D H B A
E
Fig.a 17.
E D C F B A
Fig.a 18.
F A D
H E
B
G C M
Fig.a 19.
B A

TAV: IIII PAG:
Fig: 20.
Fig:a 21.
Fig:a 22.
Fig:a 23.
Fig:a 24.
Fig:a 25.
Fig:a 26.
Fig:a 27.
Fig:a 28.

TAV: ·V· PAG:
Fig.ª 29.
Fig.ª 30:
Fig.ª 32:
Fig.ª 31.

TAV. VI: PAG:
Fig: 33
B
A
F
G
N
I
M
H
D
L
K
E
C
Fig: 34
D
E
X
G
C
H
P
B
I
A

TAV: VII. PAG.
Fig. 35.
B
A
H
G
E
F
P
O
M
I
K
D
C
Fig: 36.
C
E
G
F
D
B
A

TAV: VIII.
PAG:
Figª 37
Figª 38
Figª 39
Figª 40
Figª 41
Figª 42
Figª 43
Figª 44

TAV. IX. PAG.
Fig. 45.
G
H
E
B
A
C
D
F
Fig. 47.
B
A
H
D
C
A
D
Fig. 48.
B
C
Fig. 46.
C
A
F
E
I
D
G
B
H

TAV. X. PAG.
Fig.a 49.
H
G
C
A
F
E
K
D
Fig.a 50.
A
G
D
C
H
E

TAV: XI
Fig: 51.
C
B
D
G
H
F
E
I
Fig: 52.
G
C
E
D
I
F
B
H

TAV. XII.
A
D
Fig.a 53.
F
F
C
Fig. 54.
Pietra e Cima degli Stri inca.
Pelo d'acqua del Fiume
Pelo d'acqua della Chiavica
E
E
E
E
Soglia della Chiavica
B
Scala di piedi trenta Bolognesi
5 10 15 20 25 30

TAV: XIII.
Ponte canale ristagnato
Fig: 56
Botte sotterranea piana
Fig: 55.
Ponte canale libero
Botte sotterranea concava.

TAV: XIIII.
Fig. 57.
K
I
H
L
F
A
C
B
D
E

TAV: XV
Fig: 59.
K
A
C
B
L
D
E
H
I
G
Fig: 58.
A
B
D